

Departamento
de Engenharia Mecânica

Sistemas de Climatização, Água Quente Sanitária e Produção de Energia Eléctrica com Painéis Fotovoltaicos

Relatório de Estágio apresentado para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Mecânica, especialização em Projeto, Instalação e
Manutenção de Sistemas Térmicos

Autor

Tiago Rafael Fernandes Henriques

Orientador

Prof. Adj. António Manuel de Moraes Grade

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Supervisor

Eng. Orlando Tavares Portinha

Orlando Portinha Unipessoal, Lda

Coimbra, maio, 2018

Aos meus pais e irmã.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro agradecer aos meus pais e irmã, por estarem sempre presentes, pelo apoio, paciência, dedicação e confiança que depositaram em mim ao longo destes anos. Reconhecer ainda o facto de me proporcionarem a oportunidade de estudar Engenharia Mecânica.

De seguida agradecer ao Eng.º Orlando Portinha, a todos os colaboradores e técnicos da empresa Orlando Portinha Unip. Lda, mais conhecida por ENAT - Viseu, a oportunidade da realização deste estágio curricular, estabelecendo assim o primeiro contacto com a realidade do mundo de trabalho. Assim como a todos os fornecedores pelo seu apoio e disponibilidade.

Gratificar o apoio, amizade e disponibilidade demonstrada pelo Eng.º Jorge Martins apesar do pouco tempo em que trabalhamos juntos na empresa.

Ao meu orientador Professor António Manuel de Moraes Grade, pela sua disponibilidade, dedicação, incentivo, ajuda e transmissão de conhecimentos que sem eles não teria conseguido.

A todos os meus amigos e colegas com quem detive a ocasião de partilhar o meu percurso académico.

A todos o meu muito obrigado!

RESUMO

Este relatório descreve o trabalho realizado durante o tempo de estágio curricular e ainda efectua uma análise mais aprofundada a uma das obras feitas pela empresa.

Sendo a empresa onde foi realizado o estágio uma empresa instaladora de vários sistemas, tive a oportunidade de acompanhar diversas obras, como descrevo ao longo deste relatório.

Também foi de elevado interesse o tempo de trabalho em ambiente de escritório, onde foi possível aprender, compreender e efectuar todo o tipo de tarefas tendo sempre em linha de conta o bom funcionamento da empresa.

Houve ainda a oportunidade da realização de uma análise do sistema de climatização, utilizando o programa CYPE, de uma das obras realizadas pela empresa, com maior interesse devido à sua dimensão e por ser uma instalação mais direccionada para a área de Engenharia Mecânica.

Assim foi possível adquirir competências relativamente a todas as áreas de actuação da empresa.

Palavras-chave: AVAC, AQS, UPAC, CYPE

ABSTRACT

This report presents the work carried out during the curricular internship and, also a deeper analysis of one of the projects undertaken by the company.

The company where the internship took place, has as one of its main activities the installation of multiple systems, and I was given the opportunity to follow several projects. This will be shown throughout this report.

The time spent in the office environment was also of great interest. I was able to learn, understand and carry out many different tasks, with the best interest of the company always in mind.

There was also a chance to make an analysis of a climatization system using the Cype software in one of the projects carried out by the firm. This was of great interest due to its size as well as being an installation more directed towards the area of Mechanical Engineering.

In this way, I was able to acquire skills in all areas of the firm's operation.

Key words: HVAC, DHW, SPPU, CYPE

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Principais Objectivos.....	2
1.3. Organização do Relatório	3
2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	5
2.1. Historial da Empresa	5
2.2. Áreas de atividade	6
3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O ESTÁGIO	7
3.1. Sistemas de Climatização	7
3.1.1. Sistemas Split e Multi-Split.....	8
3.1.2. Sistema VRV	13
3.1.3. Sistema com Piso Radiante Hidráulico	19
3.2. Produção de Água Quente Sanitária (AQS)	25
3.2.1. Sistema Termodinâmico	25
3.3. Produção de Energia Elétrica Fotovoltaica	31
3.3.1. Unidades de Produção de Autoconsumo (UPAC).....	31
3.4. Outras atividades	34
4. ANÁLISE DE UM PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO DE UMA HABITAÇÃO COM SISTEMA VRV.....	37
4.1. Descrição da Habitação	37
4.2. Determinação das Cargas Térmicas	45
4.3. Sistema de Climatização Adotado	47
4.4. Custo do Sistema de AVAC	63
5. CONCLUSÕES	65
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
ANEXOS	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 – Empresa ENAT - Viseu	5
Figura 3-1 - Componentes de um ciclo de refrigeração por compressão de vapor	8
Figura 3-2 - Unidades interiores (mural e unidade de conduta)	9
Figura 3-3 - Unidades interiores do tipo mural (sala e hall)	11
Figura 3-4 – Abocardador	11
Figura 3-5 - Corta-tubos	12
Figura 3-6 - Bomba de vácuo	12
Figura 3-7 - Unidade exterior	13
Figura 3-8 - Esquema do sistema VRV	14
Figura 3-9 - Lã de rocha	14
Figura 3-10 - Instalação de uma unidade interior com respectivas tubagens de ar novo e insuflação, tubagem de condensados e tubagem de cobre revestida	15
Figura 3-11 - Unidades exteriores VRV	15
Figura 3-12 - Plenos para a insuflação do ar e tubo flexível	16
Figura 3-13 - Grelha	16
Figura 3-14 - Extração realizada pela garagem	17
Figura 3-15 - Unidade de ventilação Plugbox	17
Figura 3-16 - Arranque do sistema	18
Figura 3-17 - Comparação dos diversos meios de emissão térmica	19
Figura 3-18 - Constituição PRH (http://www.pipesystem.com.br/Artigos_Tecnicos/PaviCLIMA/paviclima.html)	21
Figura 3-19 - Distribuição da tubagem	22
Figura 3-20- Tubagem de PEX.....	22
Figura 3-21 - Colocação do filme barreira anti-humidade.....	23
Figura 3-22 - Banda perimetral	24
Figura 3-23 - Placas porta-tubos.....	24
Figura 3-24 - Caixa de piso com colectores e curvas-guia	25
Figura 3-25 - Termoacumulador.....	26
Figura 3-26 - Painel solar termodinâmico	27
Figura 3-27 - Bloco termodinâmico	27
Figura 3-28 - Painel instalado.....	28
Figura 3-29 - Termoacumulador e bloco termodinâmico instalados	29
Figura 3-30 – Bloco termodinâmico.....	29
Figura 3-31 – Esquema da instalação UPAC	32
Figura 3-32 – Painel fotovoltaico de silício policristalino e suas características.....	32
Figura 3-33 – Instalação final dos painéis	32
Figura 3-34 – Inversor.....	33
Figura 3-35 – Regulador de carga MPPT	33
Figura 3-36 – Bateria.....	34
Figura 3-37 – Quadro elétrico da habitação	34
Figura 4-1 - Dados de projecto (Software CYPE)	37
Figura 4-2 - Cave (Software CYPE).....	38
Figura 4-3 - Piso 0 (Software CYPE)	38
Figura 4-4 - Piso 1 (Software CYPE)	39
Figura 4-5 - Edifício em 3D (Software CYPE)	39
Figura 4-6 - Constituição esquemática da parede exterior (Software CYPE)	40

Figura 4-7 - Constituição das paredes interiores (Software CYPE)	41
Figura 4-8 - Constituição das paredes interiores das escadas (Software CYPE)	41
Figura 4-9 - Características dos vãos envidraçados (Software CYPE)	42
Figura 4-10 - Constituição esquemática de pavimento térreo (Software CYPE)	43
Figura 4-11 - Constituição da laje entre pisos (Software CYPE)	43
Figura 4-12 - Características esquemática da cobertura plana (Software CYPE)	44
Figura 4-13 - Constituição da cobertura inclinada (Software CYPE)	44
Figura 4-14 - Parâmetros pré-definidos para os estudos térmico e climático, de um hall (Software CYPE)	45
Figura 4-15 - Novo compartimento	45
Figura 4-16 – Ventiladores representados no CYPE	49
Figura 4-17 - Recuperador estático ar-ar de fluxo cruzado (https://pt.grundfos.com/servico/encyclopedia-search/cross-flow-heat-exchanger.html)	49
Figura 4-18 - Recuperador de calor de fluxo cruzado (Software CYPE)	50
Figura 4-19 - Instalação do recuperador (Software CYPE)	50
Figura 4-20 - Instalação dos recuperadores, piso 0 e 1 respectivamente (Software CYPE)	51
Figura 4-21 - Características dos recuperadores, piso 0 e 1 respectivamente (Software CYPE)	51
Figura 4-22 - Unidades exteriores (Software CYPE)	52
Figura 4-23 - Unidades interiores (Software CYPE)	52
Figura 4-24 - Linha de fluido horizontal (Software CYPE)	53
Figura 4-25 - Linha de fluido vertical (Software CYPE)	53
Figura 4-26 - Tubagem de aço galvanizado (Software CYPE)	53
Figura 4-27 - Tubo flexível (Software CYPE)	54
Figura 4-28 – Grelhas (Software CYPE)	54
Figura 4-29 - Condições para o dimensionamento das condutas (Software CYPE)	55
Figura 4-30 – Instalação completa da habitação como se encontra em obra (Software CYPE)	55
Figura 4-31 - Sistema solar térmico	56
Figura 4-32 - Parâmetros do local	56
Figura 4-33 - Definição do consumo de AQS	57
Figura 4-34 - Criação do depósito	57
Figura 4-35 - Sistema solar térmico	58
Figura 4-36 - Fração autónoma (Software CYPE)	58
Figura 4-37 - Dados obra (Software CYPE)	59
Figura 4-38 - Dados de sistemas (Software CYPE)	59
Figura 4-39 - Sistemas de aquecimento (Software CYPE)	60
Figura 4-40 - Sistemas de arrefecimento (Software CYPE)	60
Figura 4-41 - Sistemas de ventilação (Software CYPE)	61
Figura 4-42 - Sistemas de AQS (Software CYPE)	61
Figura 4-43 - Sistemas de energia renovável (Software CYPE)	62
Figura 4-44 - Classe energética da habitação B- (Software CYPE)	62
Figura 4-45 - Orçamento do sistema AVAC (Software CYPE)	63

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3-1 - Condições de funcionamento do piso radiante (EN 15377-1).....	21
Tabela 3-2 - Diâmetro das tubagens, binários e nº da chave a utilizar	29
Tabela 4-1 - Resultado das cargas térmicas de aquecimento (Software CYPE).....	46
Tabela 4-2 - Resultado das cargas térmicas de arrefecimento (Software CYPE)	46
Tabela 4-3 – Custo dos equipamentos	63

ABREVIATURAS

AC	Ar Condicionado
AQS	Água Quente Sanitária
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
COP	<i>Coefficient Of Performance</i>
DB	<i>Dry Bulb</i>
DGEG	Direcção Geral de Energia e Geologia
E.E.	Energia Eléctrica
FER	Fonte de Energia Renovável
FV	Fotovoltaico
ISEC	Instituto Superior de Engenharia de Coimbra
MEM	Mestrado em Engenharia Mecânica
MPPT	<i>Maximum Power Point Tracker</i>
OMIE	Operador do Mercado Ibérico de Energia
PIMST	Projecto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos
PEX	Polietileno Reticulado
PRH	Piso Radiante Hidráulico
PVC	Policloreto de Vinilo
QAI	Qualidade do Ar Interior
RESP	Rede Eléctrica de Serviço Público
UPAC	Unidade de Produção para Autoconsumo

UPP	Unidade de Pequena Produção
VRV	Volume de Refrigerante Variável
VRF	<i>Volume Refrigerant Flow</i>
WB	<i>Wet Bul</i>

SIMBOLOGIA

R_j	Resistência térmica da camada j	$[m^2 \cdot ^\circ C / W]$
R_{se}	Resistência térmica Exterior	$[m^2 \cdot ^\circ C / W]$
R_{si}	Resistência térmica Interior	$[m^2 \cdot ^\circ C / W]$
Q	Energia Útil	$[kWh/ano]$
U	Coeficiente global de transmissão Térmica	$[W / (m^2 \cdot ^\circ C)]$

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

O Mestrado em Engenharia Mecânica (MEM) – Área de especialização em Projecto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos (PIMST), lecionado no Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC), tem a duração de dois anos lectivos. No primeiro ano são lecionadas dez unidades curriculares. O segundo ano é composto apenas pelo Projecto, Estágio ou Dissertação. Foi escolhida a opção Estágio pela experiência e contacto profissional com o mercado de trabalho que daí advêm. Para a realização do Estágio foi estabelecido um protocolo entre o ISEC, a empresa Orlando Portinha Unip, Lda e o aluno. O Estágio curricular tem uma duração total de 1560 horas.

Este relatório visa descrever o trabalho desenvolvido ao longo do estágio na empresa, podendo ser dividido em duas partes. Numa primeira fase sucedeu-se o acompanhamento técnico em obra para ser efectuada a instalação de diversos sistemas direccionados para o sector doméstico, que serão descritos mais a frente neste relatório e ainda tarefas de organização do armazém da empresa. A segunda fase tratou-se de trabalho no escritório com várias tarefas a serem desempenhadas, tais como:

- Relacionamento com fornecedores com vista a comparações de preços e encomendas de materiais;
- Entrega de material em obra com respectivas guias de transporte;
- Calendarização do trabalho técnico, assistências e manutenções em sintonia com os restantes elementos da empresa;
- Orçamentação;
- Dimensionamento;
- Contacto com clientes através das várias plataformas de ligação com a empresa;
- Acompanhamento de visitas com a finalidade de esclarecimentos, levantamento de dados e fechos de negócio.

Foi ainda proposto pelo professor orientador a realização de uma análise mais pormenorizado de um dos sistemas de climatização realizados pela empresa num edifício, nomeadamente obter os valores das necessidades energéticas para aquecimento e arrefecimento, analisar a solução de climatização adoptada incluindo a renovação do ar e ainda a obtenção da classificação energética, recorrendo ao *software* CYPE.

1.2. Principais Objectivos

A escolha por este estágio curricular teve como principal objectivo o aprofundamento, a consolidação, a aplicação das competências científicas e técnicas adquiridas no curso superior de Engenharia Mecânica e ganhar mais conhecimentos a nível prático. Assim como a integração de forma progressiva no mercado de trabalho, nas áreas de climatização e de energias renováveis.

Em contexto real de trabalho na empresa Orlando Portinha Unip., Lda foram delineados os seguintes objectivos gerais do estágio: perceber e conhecer as diversas fases de obra quanto à sua realização no terreno, estudar e dimensionar os vários tipos de sistemas existentes e efectuar comparações técnicas e comerciais entre os diversos sistemas.

1.3. Organização do Relatório

Este relatório está estruturado de acordo com os principais objectivos e encontra-se dividido em cinco capítulos.

No capítulo 1 é efetuado um breve enquadramento do trabalho realizado ao longo do estágio, assim como os principais objectivos que levaram à opção de estágio e os definidos na empresa e por fim a estrutura global do relatório.

No capítulo 2 é realizada uma apresentação do historial da empresa, bem como a descrição das atividades por esta desenvolvida.

No capítulo 3 são apresentados os diversos sistemas das instalações realizadas em obra, com principal relevo para os sistemas de climatização. Também é descrito o sistema termodinâmico para produção de Água Quente Sanitária (AQS) e o sistema de produção de energia eléctrica com base fotovoltaica através de uma Unidade de Produção para Autoconsumo (UPAC). São ainda relatadas as atividades realizadas no escritório da empresa.

O capítulo 4 é constituído pela análise de um projecto de climatização de uma habitação com sistema VRV que foi executado numa obra realizada na empresa, recorrendo a um *software* de engenharia designado CYPE.

Por fim, no capítulo 5 são apresentadas as principais conclusões retidas deste relatório e do período de estágio.

Ainda neste relatório, são apresentadas as referências bibliográficas que foram utilizadas na escrita deste documento.

E ainda a parte dos anexos onde podemos encontrar os dados calculados pelos vários programas e informação sobre os equipamentos seleccionados na realização da obra analisada e de outras obras.

2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

2.1. Historial da Empresa

A empresa onde decorreu o estágio durante o período de oito meses, de razão social Orlando Portinha Unip., Lda, é mais conhecida como ENAT – Viseu e o seu início de atividade data de 2011. A empresa faz parte de um conjunto de delegações que se encontram ao longo do território nacional constituindo assim o grupo ENAT – Energias Naturais. Este conjunto de empresas e o seu início no ano de 2004 com a abertura da primeira loja no Sabugal. Posteriormente, foram alargando o número de lojas em diferentes partes do país, contabilizando nos dias de hoje oito delegações. Este fator é determinante pois garante a capacidade de instalação e manutenção dos múltiplos sistemas, quer a nível de execução tanto de pequenas obras particulares residenciais como de grande investimento de edifícios empresariais, verificado nos últimos tempos.

Nos dias de hoje a empresa conta com sete colaboradores, desde engenheiros, pessoal administrativo e técnicos especializados.



Figura 2-1 – Empresa ENAT - Viseu

2.2. Áreas de atividade

A empresa desenvolve atividade na área das energias naturais, baseando-se na comercialização, instalação e manutenção de equipamentos que aproveitam a energia proveniente da terra, do ar e do sol. Assim a empresa é caracterizada pelas seguintes atividades:

- Venda de equipamentos de climatização e energias renováveis;
- Instalação profissional dos equipamentos para garantir um ótimo funcionamento e durabilidade dos mesmos;
- Manutenção dos equipamentos efetuada por técnicos especializados;
- Assistência técnica profissional, caso surja algum problema;
- Comercialização de eletricidade no mercado livre.

Além disso, é objectivo da empresa dar resposta alternativa aos sistemas de climatização tradicionais, que evite a emissão de gases nocivos para o ambiente, uma preocupação e necessidade perante a sociedade atual. Com esta ambição, a ENAT propõe soluções com aplicação em:

- Aquecimento de águas de uso doméstico, industrial e hoteleiro;
- Aquecimento e arrefecimento central de habitações, pavilhões e outros edifícios;
- Produção de energia elétrica para consumo próprio, venda à rede, sistemas isolados da rede pública e sistemas de bombagem solar utilizados na agricultura;
- Controlo centralizado de climatização e iluminação.

3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O ESTÁGIO

As condições climatéricas desfavoráveis levam os humanos a proteger-se contra a chuva, o vento, o calor e o frio. Daí a necessidade de encontrar um abrigo, que foi um passo que o homem deu há largos milhares de anos. A utilização de espaços naturais era manifestamente insuficiente. A construção de pequenas habitações bastantes rudimentares foi ao longo dos anos melhorando a qualidade de vida, mas ainda assim aquém do que o Homem actualmente exige como uma habitação confortável. No contexto actual, as exigências de conforto vão muito além da sobrevivência e envolvem sistemas complexos para controlo de temperatura, humidade relativa e qualidade do ar dentro dos parâmetros de conforto atualmente aceites, que influenciam a saúde e a satisfação dos ocupantes.

Deste modo, estes são os principais objetivos das instalações que serão descritas, conseguindo assim garantir os parâmetros interiores aconselhados para um dado edifício, de modo a que os seus ocupantes se sintam confortáveis a desempenhar as suas atividades.

Neste capítulo serão descritas algumas das obras de climatização realizadas ao longo do período de estágio, das quais se destacam os sistemas de expansão directa: *Split*, *Multi-Split* e VRV, assim como um sistema tudo água através de piso radiante hidráulico.

Também será descrita nesta parte do relatório um sistema de Água Quente Sanitária (AQS), recorrendo a um sistema termodinâmico com bomba de calor.

Por fim, será apresentado um sistema de produção de energia elétrica recorrendo a uma Unidade de Produção para Autoconsumo (UPAC).

3.1. Sistemas de Climatização

Como referido anteriormente os tipos de sistemas abordados serão:

- Sistemas de expansão directa;
- Sistema tudo água, por piso radiante hidráulico.

Os sistemas de climatização de expansão direta são aqueles em que o arrefecimento ou aquecimento do ar é efectuado através da expansão direta de um fluido frigorigéneo, isto é, aparelhos de ar condicionado em que o princípio de funcionamento consiste em absorver energia de um local e libertá-la em outro sítio. Este é um processo, que regula a qualidade do ar no que diz respeito à temperatura, humidade, velocidade e contaminação. Os principais objetivos são garantir o conforto térmico e qualidade do ar no espaço a ser climatizado.

Todos os sistemas de ar condicionado funcionam com base num ciclo de refrigeração normalmente por compressão de vapor, onde os principais componentes deste tipo de sistemas são: o evaporador, o compressor, o condensador e a válvula de expansão.

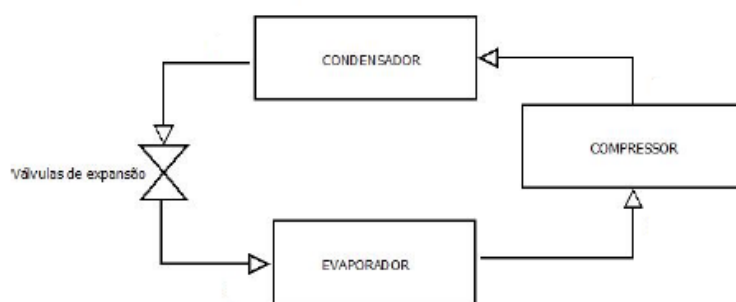


Figura 3-1 - Componentes de um ciclo de refrigeração por compressão de vapor

Atualmente, quase todos estes equipamentos são do tipo reversível, ou seja, são capazes de efectuar arrefecimento durante o verão e aquecimento durante o inverno, por inversão das funções dos permutadores das unidades exterior e interior. Caso isso não aconteça, este tipo de sistemas apenas realizará um dos modos, arrefecimento ou aquecimento.

Estes sistemas podem ainda ser do tipo *inverter*, que consiste em controlar a velocidade de rotação do compressor conforme a necessidade de refrigeração/aquecimento. Os aparelhos de ar condicionado *inverter* atingem rapidamente a temperatura desejada e mantêm-na constante com pouca oscilação.

Este sistema apresenta como vantagens:

- A poupança de energia que pode chegar aos 60%;
- O nível de ruído é menor se comparado com os aparelhos tradicionais;
- O compressor nunca desliga evitando assim picos de energia;
- A temperatura praticamente não oscila no ambiente.

A única desvantagem do sistema *inverter* é o seu custo, o que leva a que a diferença de preço pode não compensar a poupança de energia associada a este sistema.

O sistema tudo-água foi considerado o piso radiante hidráulico. Este tipo de sistema utiliza exclusivamente água para efectuar o aquecimento e o arrefecimento do espaço. O piso radiante usualmente designado como um emissor térmico tal como os ventiloconvectores, convectores, radiadores e toalheiros. Porém, a instalação de piso radiante hidráulico foi aquela onde tive oportunidade de seguir toda a instalação.

3.1.1. Sistemas Split e Multi-Split

O sistema de climatização do tipo *split*, como o próprio nome indica, encontra-se dividido em dois módulos, denominados como unidade interior e unidade exterior.

Estas duas unidades incluem o evaporador e o condensador do ciclo de refrigeração e encontram-se ligados por tubagens de cobre isoladas onde circula o fluido frigorigéneo. A unidade exterior é constituída pelo compressor, condensador e o seu ventilador enquanto a unidade interior é constituída pelo evaporador e pela unidade de tratamento de ar (filtros), isto se o sistema estiver a produzir frio. Quando se produz calor, os permutadores invertem a sua função, sendo o da unidade exterior o evaporador e o da interior o condensador.

A escolha passa por um sistema *split* em situações em que só temos um espaço a climatizar, ou sendo vários espaços, estes encontram-se demasiado afastados para se utilizar outro sistema.

Os vários tipos de *split* diferenciam-se pela unidade interior, mais concretamente no modo como é aplicada. O modelo mais comum é o mural. Este tipo de sistema é aplicado nas paredes do local a climatizar. Pode ainda ser aplicados no piso/teto, embutido ou de cassete e de conduta.



Figura 3-2 - Unidades interiores (mural e unidade de conduta)

Vantagens:

- Baixo nível de ruído (o compressor fica no exterior);
- Baixo investimento;
- Possui controlo remoto permitindo operação à distância;
- Facilidade e rapidez de instalação (apenas requer uma entrada para a passagem dos tubos entre a unidade externa e interna);
- *Design* mais apelativo;
- Possibilidade de remoção ou recolocação do equipamento noutra local.

Desvantagens:

- Equipamento com algumas restrições para instalação em determinados edifícios (alteração de fachada);
- Não devem ser instalados em locais onde exista possibilidade de se instalar adequadamente a unidade exterior (pode reduzir o rendimento e a vida útil do equipamento).

O sistema *multi-split* é muito semelhante ao sistema *split*. A principal diferença reside no facto do *multi-split* possibilitar a utilização de apenas uma unidade exterior à qual se podem ligar várias unidades interiores. Este sistema possui limitações no que diz respeito às distâncias entre a unidade exterior e cada uma das unidades interiores, bem como no comprimento total da tubagem utilizada. Estas limitações devem-se essencialmente à capacidade do compressor. Em relação aos sistemas individuais, o sistema *multi-split* é normalmente mais eficiente.

Vantagens:

- Baixo nível de ruído (o compressor fica no exterior);
- Baixo investimento;
- Menor impacto visual nos edifícios;
- Climatização de várias divisões com apenas uma unidade exterior;
- Controlo independente em cada divisão;
- Possui controlo remoto permitindo operação à distância.

Desvantagens:

- Sistema *multi-split* mais caro que o sistema *split*;
- Tubagens para a circulação do refrigerante com maior comprimento, portanto necessidade de maior carga de fluido frigorigéneo;
- Necessidade de maior trabalho do compressor devido à maior distância entre a unidade exterior e interior;
- As unidades interiores funcionam todas para arrefecimento ou todas para aquecimento;

Instalação de um sistema Multi-Split:

De entre as atividades realizadas na empresa, a instalação de um sistema de ar condicionado *multi-split* foi uma delas. As propriedades das máquinas colocadas na instalação estão em anexo A1, tendo sido selecionada uma unidade exterior 2MXS40H e duas unidades interiores FTXS20K. Este sistema foi instalado numa habitação constituída por um *hall*, instalação sanitária, uma cozinha, sala e um quarto, tendo a casa cerca de 60 m². Sendo que uma das unidades interiores ficou colocada na sala e a outra no *hall*, como se indica na Figura 3-3.

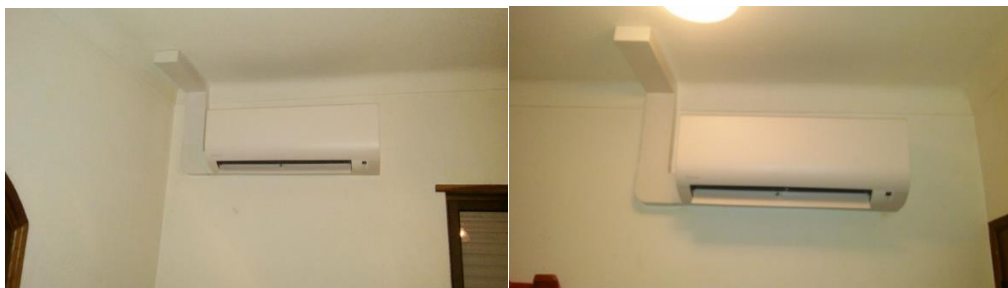


Figura 3-3 - Unidades interiores do tipo mural (sala e *hall*)

A primeira tarefa a efectuar é desembalar as unidades interiores e marcar os locais anteriormente definidos para as unidades efectuando a instalação do suporte de parede. Depois colocaram-se as unidades no sítio correcto de modo a obtermos os locais onde se iriam efectuar os furos para a passagem dos tubos de cobre revestidos e cabos eléctricos entre as máquinas, para o cabo eléctrico de alimentação da unidade exterior e ainda o furo para a colocação do tubo de esgoto até ao exterior da habitação. De forma a proteger as unidades estas foram retiradas para a realização dos furos.

De seguida, foram passados os tubos e cabos anteriormente referidos e colocadas as unidades interiores no sítio. Seguidamente procedeu-se à instalação da unidade exterior, colocando em primeiro lugar as poleias, depois os sinoblocos já com as distâncias devidas para a colocação da máquina.

Com as unidades já instaladas o próximo passo a realizar e onde é necessário um maior cuidado é a ligação dos tubos de cobre. Será necessário utilizar um corta-tubos para que as extremidades dos tubos fiquem à distância pretendida, colocando nessas mesmas extremidades os elementos de conexão às unidades e por fim abocardar o tubo com um abocardador formando assim uma secção cónica, tendo em atenção que não deve conter rebarbas nem imperfeições e que a longitude das paredes deve ser uniforme para que não exista a ocorrência de fugas de fluido frigorígeno. Nesta fase, ainda se faz o aperto da tubagem às unidades.



Figura 3-4 – Abocardador



Figura 3-5 - Corta-tubos

Após concluídas as conexões deve-se garantir que não existem fugas. Para isso, deve ser efectuada uma carga de azoto a uma pressão de 30 bar pela tomada de pressão. Em seguida, envolvem-se todas as conexões em espuma de sabão para se verificar se a pressão nos manómetros se mantém constante.

Depois é feito o vácuo à tubagem. Para realizar esta operação é necessário que as conexões, bomba de vácuo e manómetros sejam compatíveis com o fluido R410A. A bomba de vácuo é utilizada somente para retirar o ar e a humidade existente na tubagem. As válvulas deverão estar completamente fechadas durante o processo de vácuo, de forma a apenas fazer vácuo à tubagem. Uma vez terminado o processo de vácuo, fecham-se as torneiras da bomba, garantindo que está preparada para a passagem de refrigerante. Efectua-se a abertura das válvulas de forma ao fluido poder circular em todo o sistema, a instalação mantém o vácuo e está preparada para a passagem do refrigerante.



Figura 3-6 - Bomba de vácuo

O último passo é efectuar as ligações eléctricas de comunicação entre as unidades e a ligação de alimentação de um ponto de electricidade para a unidade exterior. Coloca-se ainda a calha técnica onde irão ficar os tubos de cobre e os cabos eléctricos e finalizaram-se os remates.

Finalmente verifica-se se a instalação ficou a funcionar correctamente.



Figura 3-7 - Unidade exterior

3.1.2. Sistema VRV

O sistema de climatização por Volume de Refrigerante Variável (VRV) ou em designação inglesa “*Variable Refrigerant Flow*” (VRF) é um sistema de ar condicionado semelhante aos sistemas *multi-split*, permitindo ligar a unidade exterior a um maior número de unidades interiores que operam individualmente por ambiente, neste caso podendo chegar até às 64 unidades interiores (dependendo da marca em questão). É também permitido que as unidades interiores fiquem mais distanciadas da unidade exterior, desde que não ultrapassem um limite de comprimento de tubagem, havendo em casos excepcionais equipamentos que mediante a sua potência permitem uma maior distância entre as duas unidades.

Contudo, como este tipo de sistemas apenas aquecem ou arrefecem o espaço a climatizar, não conseguindo assim efectuar a renovação do ar, é necessário adoptar sistemas complementares que tenham em conta a qualidade do ar interior (QAI). Deste modo, é necessário um sistema de ventilação que permita a insuflação de ar novo, para que ocorra a renovação do ar, como a extração de ar viciado.

Em suma, este sistema é mais comum ser utilizado em grandes habitações e em grandes edifícios de serviços, pois torna-se uma instalação mais simples, resultando numa economia de espaço e de mão-de-obra, além de manter a arquitetura sem alterar as características do empreendimento (utilização de teto falso) e produzindo um baixo nível de ruído e de consumo elétrico.



Figura 3-8 - Esquema do sistema VRV

Instalação de um Sistema VRV durante o estágio:

Estabelecido em projecto, as unidades interiores a instalar em obra são do tipo conduta.

O primeiro passo em obra foi verificar os locais onde seriam colocadas as unidades interiores, para assim confirmar o trajecto da rede aerólica. Para a realização desse traçado e tendo as indicações todas necessárias à implementação do sistema foi indispensável isolar as respectivas tubagens *spiro* no interior da habitação para evitar possíveis condensações e ainda problemas relacionados com o ruído provocado pelo escoamento do ar, sendo utilizada lã de rocha que é um material isolador tendo características a nível térmico e a nível acústico.



Figura 3-9 - Lã de rocha

O passo seguinte foi a instalação das unidades interiores nos locais definidos anteriormente em projecto. Os locais escolhidos e a documentação referente a cada unidade interior estão detalhados no capítulo 4, onde é efectuada a simulação da

instalação recorrendo ao *software*. Esta informação é complementada no anexo A2. Prosseguindo com a realização da obra, foram colocadas as tubagens já isoladas com a utilização de braçadeiras metálicas, fita perfurada e outros acessórios para assim se estabelecer a fixação do traçado aerólico. Também nesta fase foram colocadas as tubagens em aço galvanizado para a extração de ar viciado da habitação, onde posteriormente seriam colocados os ventiladores de extração independentes. De seguida foram realizadas as redes de condensados em PVC que irão conduzir as condensações provenientes das unidades interiores até ao respectivo esgoto. Devendo esta rede ser instalada com uma inclinação de maneira a que através de gravidade sejam conduzidos os condensados até ao esgoto mais próximo.



Figura 3-10 - Instalação de uma unidade interior com respectivas tubagens de ar novo e insuflação, tubagem de condensados e tubagem de cobre revestida

A colocação das unidades exteriores foi a tarefa realizada de seguida e como já se encontravam nos seus locais as máquinas interiores foi assim possível a realização do circuito do fluido frigorigéneo, utilizando tubagem de cobre revestido, cujo método de dimensionamento da tubagem foi realizado em projecto, mas também será abordado no capítulo seguinte.



Figura 3-11 - Unidades exteriores VRV

Depois do trabalho realizado chegou a altura da colocação dos plenos por onde será efectuada a insuflação do ar previamente tratado nas unidades interiores, passando inicialmente por filtros integrados na máquina para depois ser aquecido ou arrefecido consoante o modo de climatização pretendido. De realçar que a conexão entre a tubagem *spiro* de aço galvanizado isolada e os plenos que também são isolados é efectuada com recurso a tubo flexível isolado. O comprimento destes troços flexíveis é no máximo de um metro, como se pode ver na Figura 3-12. Os remates e o recobrimento das condutas foram feitos com fita autoadesiva de alumínio.



Figura 3-12 - Plenos para a insuflação do ar e tubo flexível

Na fase de obra seguinte, após serem realizados outros trabalhos referentes à colocação de tecto falso e de realização de pintura de paredes, foram colocados os extratores de ar conforme dito anteriormente, os controladores das unidades interiores nos respectivos espaços a climatizar e ainda as grelhas de alhetas fixas nos plenos aplicados com recurso a molas, conforme se encontrava definido em projecto.



Figura 3-13 - Grelha

Prosseguindo com os trabalhos e continuando na extração do ar foi colocado um ventilador de extração na garagem, de igual modo para fazer a extração do ar viciado.



Figura 3-14 - Extração realizada pela garagem

Voltando a rede de tubagem de ar foi colocado o ventilador de introdução de ar do exterior, como se encontra representado na Figura 3-15.



Figura 3-15 - Unidade de ventilação Plugbox

O sistema de ventilação será abordado de breve forma no ponto 4.3 do presente relatório.

Por último, foram realizadas as ligações eléctricas, sendo que ao longo da realização dos trabalhos a passagem de tubagem para este fim foi realizada, de modo a ser possível a alimentação eléctrica de todos os equipamentos. A vertente eléctrica das diversas obras para mim foi de certa forma a mais complicada, visto que existiam conceitos com os quais não estava familiarizado.

Na parte final da obra, foi realizado o arranque do sistema VRV, com o acompanhamento de um técnico da Daikin, empresa fornecedora das unidades instaladas em obra, de modo a colocar o sistema em funcionamento. Em muitos casos de instalações é necessário apenas ligar um disjuntor, em outras é preciso fazer carga de fluido frigorigéneo, ligações eléctricas e até programação. Os equipamentos mais comuns nas obras de ventilação são os sistemas de expansão directa.

Antes do arranque devem-se ter alguns cuidados, como por exemplo, deixar toda a tubagem de cobre corretamente soldada e efectuar a carga do circuito com azoto, deixando-o a uma pressão de 40 bar durante pelo menos 48 horas. Esta carga de azoto tem como objectivo a deteção de fugas no sistema: se no manómetro verificarmos uma diminuição da pressão no circuito de cobre, deve-se encontrar a fuga e eliminá-la. Quando o técnico da marca chegou à obra, ele verificou todos os pormenores que já devem estar preparados para o arranque. Para além da pressão do circuito de cobre, as máquinas devem estar correctamente interligadas eletricamente e a obra deverá ter corrente eléctrica definitiva. Após a verificação destes pontos, deve-se retirar o azoto do circuito de cobre e proceder ao vácuo do sistema, removendo assim todo o azoto e possíveis humidades de fluido. Este deverá estar presente mediante uma quantidade previamente calculada, dependendo dos metros de tubagem existentes e da quantidade de máquinas interiores aplicadas. Após a carga completa do sistema com fluido frigorigéneo e a correcta ligação eléctrica, o sistema fica pronto a trabalhar.



Figura 3-16 - Arranque do sistema

3.1.3. Sistema com Piso Radiante Hidráulico

O piso radiante, usado para aquecimento, proporciona um perfil de temperatura muito próximo do ideal. De acordo com as leis da termodinâmica, o ar quente é menos denso que o ar frio e consequentemente, o calor libertado pelo piso radiante flui de baixo para cima, proporcionando um ótimo nível de conforto e de bem-estar. Deste modo, constata-se que, nesta perspectiva, este sistema de aquecimento é o melhor, sendo também o mais homogêneo (Figura 3-17).

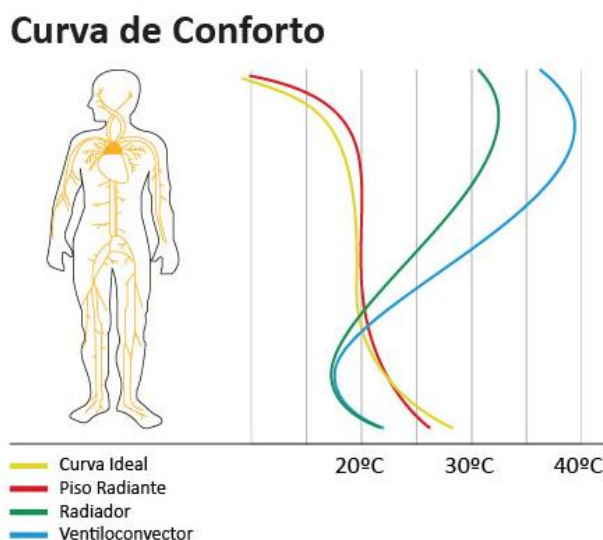


Figura 3-17 - Comparação dos diversos meios de emissão térmica

Os sistemas radiantes, sendo sistemas térmicos de baixa temperatura, permitem obter o máximo de conforto com o mínimo consumo de energia. Este sistema pode ser aplicado em tetos, paredes ou pavimentos, para aquecer ou arrefecer o ambiente da habitação. No entanto deve-se ter em atenção a curva de conforto e salvaguardar eventuais problemas de condensação.

A temperatura da água utilizada é mais baixa no inverno e mais alta no verão, proporcionando baixos consumos de energia e ótimas condições para a troca de calor radiante entre as pessoas e o sistema. Uma das vantagens deste sistema está relacionado com o facto de ter capacidade de se adaptar a qualquer tipo de fonte de produção térmica, tais como, bombas de calor, chillers, caldeiras, energia solar, geotermia, biomassa, etc.

Aliando um conforto térmico otimizado a uma regulação precisa da temperatura ambiente e da temperatura da água que circula no interior dos tubos, este sistema permite que a temperatura de cada local seja regulada individualmente, através de termostatos que actuam sobre electroválvulas instaladas no colector de retorno.

A elevada eficiência do sistema deve-se à utilização de uma central de regulação que otimiza temperatura de ida da água para as paredes, tetos e pavimentos em função da temperatura exterior. Assim, quando há condições meteorológicas favoráveis, a temperatura da água adapta-se às condições exteriores, o que permite obter menores consumos de energia e, por

consequente, menores emissões de gases para a atmosfera. Este sistema permite também realizar o aquecimento e o arrefecimento do ambiente sem provocar quaisquer tipos de problemas de saúde (alergias, rinites, irritações oculares, dores de cabeça, etc.). Deste modo, o calor e o frio são distribuídos de modo homogêneo sobre todo o ambiente, conseguindo assim um intercâmbio térmico entre as pessoas e as superfícies que os rodeiam.

Tipos de pavimentos radiantes:

Nos sistemas radiantes existem várias formas de transmissão de calor para o ambiente de modo a obter um melhor conforto. Os vários tipos de sistemas são escolhidos consoante as necessidades das pessoas e também pelo tipo de instalação pretendida, de forma a otimizar o conforto térmico. Há, portanto, três tipos de instalações que se podem usar, sendo elas:

- Pavimento radiante;
- Teto radiante;
- Parede radiante.

O sistema de pavimento radiante é o mais utilizado para o conforto térmico. A sua montagem consiste num sistema sem quaisquer uniões metálicas onde os tubos de PEX são fixados na placa de superfície auto-fixante. No interior destes tubos, em circuito fechado, circula água quente entre a fonte térmica e o pavimento que faz a transferência do calor para o meio ambiente. O sistema pode funcionar com qualquer tipo de acabamento (cerâmico, madeira, alcatifa, etc.) uma vez que, a temperatura do pavimento não ultrapassa os 29°C.

Tal como o pavimento radiante, o teto radiante é constituído por um sistema hidráulico em circuito fechado onde a água que circula no seu interior está sujeita ao arrefecimento ou aquecimento na fonte térmica e à dissipação de energia no teto. De frisar que este tipo de sistema é mais vantajoso a realizar arrefecimento uma vez que o ar mais quente se encontra na superfície do local a climatizar.

Por último, na parede radiante, possuímos um sistema semelhante aos referidos anteriormente dado que pode ser utilizado tanto no aquecimento como no arrefecimento. Permite criar no verão uma barreira à entrada do calor e no inverno a sua saída para o exterior. Desta forma, em cada local a climatizar, existirá a possibilidade de ter em funcionamento parede/teto radiante no verão e parede/pavimento radiante no inverno.

Tabela 3-1 - Condições de funcionamento do piso radiante (EN 15377-1)

		Coeficiente Total de Transferência de Calor W/m².K		Temperatura Aceitável de Superfície °C		Capacidade máxima W/m²	
		Aquecimento	Arrefecimento	Aquecimento Máximo	Arrefecimento Máximo	Aquecimento a 20 °C	Arrefecimento a 26 °C
Piso	Perimetro	11	7	35	19	165	42
	Zona Ocupada	11	7	29	19	99	42
Parede		8	8	≈40	17	160	72
Tecto		6	11	≈27	17	42	99

Constituição do PRH:

O piso radiante é constituído por:

- Termoplacas (Placas porta-tubos);
- Tubo PEX;
- Banda Perimetral;
- Argamassa;
- Pavimento;
- Rodapé.

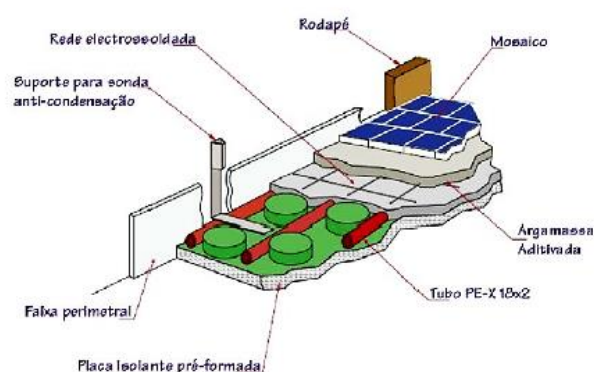


Figura 3-18 - Constituição PRH
(http://www.pipesystem.com.br/Artigos_Tecnicos/PaviCLIMA/paviclimate.html)

Tubagem

De modo a instalar um sistema radiante convenientemente, o comprimento de cada circuito não deverá ultrapassar os 200 metros. O passo dos tubos terá de ter uma distância que varia entre 75mm e 300 mm consoante a área de cada divisão.

No que toca à distribuição dos tubos (Figura 3-19), não deve ser aleatória uma vez que, é necessário que a colocação do tubo distribua de forma homogénea o calor por toda a superfície. A forma ideal na distribuição do tubo é de facto, o formato espiral dado que, este formato distribui homogeneamente o calor em toda a divisão.

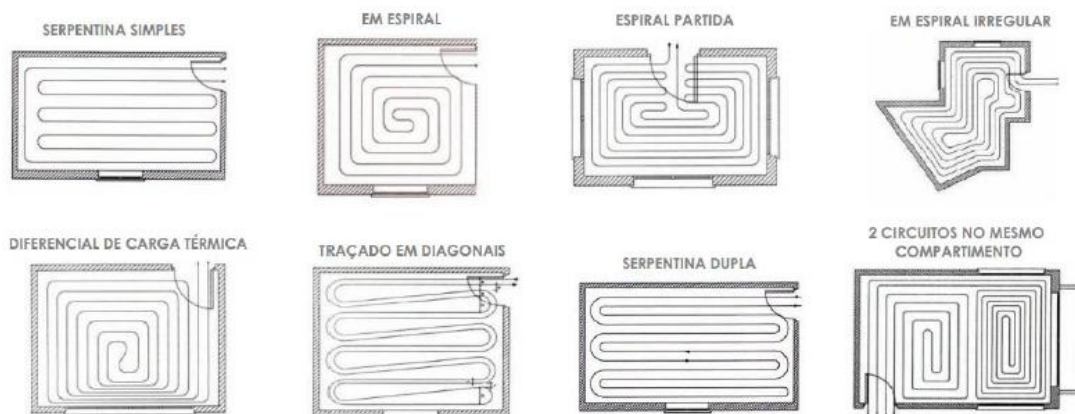


Figura 3-19 - Distribuição da tubagem

Relativamente ao tubo usado neste tipo de instalação, é de polietileno reticulado (PEX) possuindo uma barreira anti-difusão de oxigénio. Esta barreira consiste numa fina película de EVOH (resina de copolímero de etileno e álcool vinílico), aplicada na camada exterior do mesmo durante o processo de fabrico, com o intuito de criar estanquidade ao oxigénio e consequentemente aumentar a durabilidade da instalação.

A resina referida anteriormente é caracterizada pelas suas inigualáveis propriedades de barreira a gases, odores e sabores, bem como pela sua resistência química constante. Nas aplicações de condução de água quente em circuitos fechados, com o aumento da temperatura, o espaço intermolecular dos tubos tende a ser maior que a molécula de oxigénio. Quando as moléculas de oxigénio do ar penetrassem através da parede do tubo poderiam originar uma permanente oxigenação da água e oxidação contínua das partes metálicas da instalação, reduzindo a sua durabilidade e aumentando a sua degradação.



Figura 3-20- Tubagem de PEX

Instalação de um Sistema PRH durante o estágio

A fim de permitir uma rápida e objectiva apresentação de proposta junto dos clientes que pretendiam a instalação de um sistema de climatização por piso radiante, foram utilizados alguns parâmetros empíricos no cálculo deste sistema. Isto só acontece devido à experiência dos Engenheiros responsáveis.

Para o cálculo do material necessário para este sistema e a partir das plantas da casa onde será aplicado é utilizado o valor da área mais dez por cento para a determinação da quantidade do filme barreira anti-humidade, barreira perimetral (ou soma do perímetro) e placas porta-tubos. A quantidade de tubo PEX a utilizar é dada pela multiplicação da área por sete metros. O número de caixas de piso depende do número de circuitos, sendo que uma caixa de piso poderá no máximo ter doze colectores correspondendo assim a doze circuitos, e o número de circuitos é dado pelo valor da área mais dez por cento sobre quinze metros quadrados. O número de curvas guia corresponde a duas vezes o número de circuitos. Os termostatos serão colocados um por divisão excepto nas instalações sanitárias. A quantidade de aditivo para a argamassa é de um quilograma e meio para cada dez metros quadrados.

Foram analisados os procedimentos de instalação do piso radiante e inicialmente procedeu-se à aplicação do filme barreira anti-humidade por todos os compartimentos da habitação, como se indica na Figura 3-21.



Figura 3-21 - Colocação do filme barreira anti-humidade

Como passo seguinte foi colocada a banda perimetral em todo o perímetro das divisões que constituem a casa. Esta banda é de poliestireno expandido e é totalmente plastificada para reforçar a sua resistência que evita a entrada de argamassa na câmara de dilatação. A sua utilização deve-se ao facto desta absorver as dilatações do pavimento.



Figura 3-22 - Banda perimetral

Prosseguindo com a instalação os próximos elementos do piso radiante são as placas porta-tubos. Neste caso as placas possuem pitons o que torna mais fácil o suporte dos tubos, e consequentemente, os circuitos de tubagem PEX que foram distribuídos uniformemente em forma de uma espiral, de modo a permitir a distribuição do calor o mais homogênea possível, como descrito anteriormente. Como o sistema estava concebido para aquecimento/arrefecimento a aplicação do tubo no pavimento foi realizada com um passo de 150 mm, de modo a existir uma uniformização na transferência térmica em ambos os regimes.



Figura 3-23 - Placas porta-tubos

Para finalizar a instalação do sistema, à medida que se foram fazendo os circuitos de tubagem, foi necessário utilizar curvas-guia para que os tubos conseguissem fazer o seu trajecto até à caixa de piso radiante, que já tinha sido instalada anteriormente, onde se conectaram aos colectores. Após este processo foi executado um enchimento do sistema com água e posteriormente testou-se todos os circuitos de forma a verificar a existência de fugas, o que não se veio a verificar, estando assim o sistema apto para um bom funcionamento.



Figura 3-24 - Caixa de piso com colectores e curvas-guia

3.2. Produção de Água Quente Sanitária (AQS)

3.2.1. Sistema Termodinâmico

O Sistema Solar Termodinâmico (ECO), é um equipamento baseado no ciclo de refrigeração por compressão, que a empresa Energie denominada de Sistemas Solares Termodinâmicos: Painel Solar e uma Bomba de Calor.

O painel solar, que é colocado no exterior, assegura a captação da energia através de:

- Radiação solar direta e difusa;
- Ar exterior, por convecção natural ou forçada devido ao vento (quase sempre existente);
- Água da chuva.

A diferença de temperatura provocada pelos agentes externos anteriores garantem que o Klea (fluido frigorigéneo ecológico) se evapore no interior do painel solar. A ausência de vidro no painel permite aumentar as trocas térmicas por convecção.

Após a passagem pelo painel, o Klea é aspirado pelo compressor, o qual lhe eleva a sua temperatura e pressão. Em seguida, o Klea transfere o calor para o circuito de água através de um permutador de calor.

Antes do fluido regressar ao painel solar é necessário que ocorra um estrangulamento, ou seja, reduzir a pressão e garantir que atinja novamente o seu estado líquido, completando assim o ciclo.

Termoacumulador

O termoacumulador de água quente é vertical, assente sobre o solo e a sua capacidade é escolhida segundo a tipologia da habitação, sendo estabelecido pela legislação em vigor o valor de 40L por pessoa, ainda que seja posteriormente considerada uma margem de segurança. A cuba é fabricada em aço inoxidável. O isolamento térmico é feito por meio de poliuretano expandido de 40 mm de espessura. O termoacumulador tem uma entrada de água fria, saída de água quente, retorno de AQS e saída para válvula de segurança. Vem ainda equipado com um ânodo de magnésio na parte superior. Existe ainda na parte central uma abertura flangeada para colocação da resistência de apoio, bem como para termostato de segurança e sonda de temperatura.

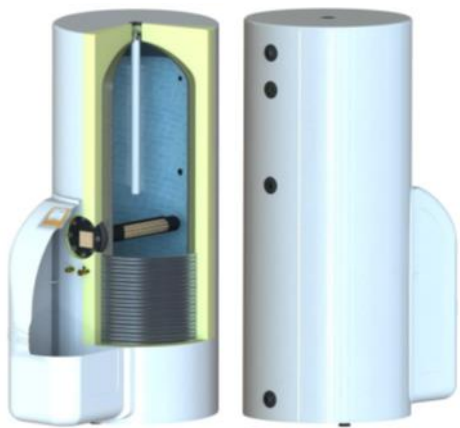


Figura 3-25 - Termoacumulador

Painel Solar Termodinâmico

O painel solar é uma placa do tipo rol-bond fabricado em alumínio prensado de duplo canote, com oxidação anódica pós-prensagem que lhe confere uma apresentação de cor negra. Existem dois tipos de painéis: esquerdos e direitos, são assim designados pelo lado das ligações. O painel tem dimensão *standard* de 2000 mm x 800 mm x 20 mm.



Figura 3-26 - PAINEL solar termodinâmico

Bloco Termodinâmico

Denomina-se por bloco termodinâmico o equipamento, assente numa estrutura em aço galvanizado, que contém dois dos elementos principais para o funcionamento do ciclo termodinâmico: compressor e válvula de expansão. A parte lateral do bloco possui duas válvulas, uma de 2 vias e outra de 3 vias, destinadas à ligação ao painel (3/8" – Aspiração; 1/4" – Líquido). A estrutura onde está assente o bloco termodinâmico é acoplada ao termoacumulador através de parafusos. O bloco termodinâmico é também conectado ao condensador/serpentina, que está no interior do termoacumulador, através de duas válvulas "One Shot".

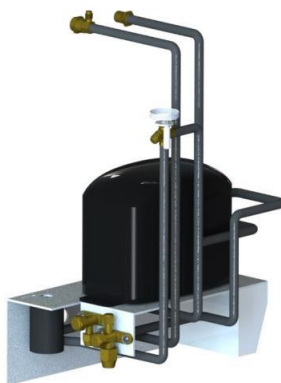


Figura 3-27 - Bloco termodinâmico

Instalação:

Em primeiro lugar é efectuada a instalação do painel solar. O ângulo de inclinação com que se instala o painel são factores importantes a ter em conta. Para se beneficiar melhor da radiação solar incidente, o painel deverá ter uma inclinação entre 10° e os 85° em relação à horizontal e de preferência orientado a sul.



Figura 3-28 - Painel instalado

De seguida, é efectuada a colocação do termoacumulador, que deverá ser instalado próximo dos principais pontos de utilização. Deve-se ainda isolar as tubagens. A temperatura em torno do equipamento não deverá ultrapassar os 40°C. O termoacumulador nunca deverá ser colocado no exterior, evitando assim também a exposição aos raios solares. É necessário certificar-se que a superfície de apoio é suficiente para acomodar o peso do termoacumulador cheio de água. Providenciar ainda nas frentes que possuam equipamento eléctrico espaço para manutenção de pelo menos 500 mm.



Figura 3-29 - Termoacumulador e bloco termodinâmico instalados

Na sequência de montagem, a terceira fase é a conexão do bloco termodinâmico ao termoacumulador através de parafusos, colocando-os na estrutura metálica e por fim assentar essa estrutura suavemente no termoacumulador.



Figura 3-30 – Bloco termodinâmico

Depois, são efectuadas as conexões de fluido frigorígeno, com os diâmetros das tubagens apresentados na seguinte tabela:

Tabela 3-2 - Diâmetro das tubagens, binários e nº da chave a utilizar

Diâmetro do Tubo (polegadas)	Binário Aplicado (Nm)	Chave nº
1/4"	14 a 16	19
3/8"	33 a 42	21

A tubagem a utilizar deverá ser tubo de cobre sem costura do tipo de refrigeração. Nesta fase de conexão ao painel, os tubos de cobre deverão ser colocados às distâncias pretendidas e ser retirados os excessos com um corta tubos. Retira-se as fêmeas das conexões do painel e colocam-se no lado do tubo. Em seguida flangeia-se o tubo com a ferramenta apropriada (Figura 3-4), formando uma secção cónica, tendo em atenção que não deve haver rebarbas nem imperfeições e a longitude das paredes devem ser uniformes. Por fim efectua-se o aperto.

Seguidamente avança-se para a realização das ligações frigoríficas do bloco ao termoacumulador. Retiram-se as tampas protetoras das válvulas do tubo do condensador e do bloco termodinâmico e apertam-se as válvulas. Ter em atenção que se o aperto não for o correcto, em caso de insuficiente aperto ocorrerão fugas de fluido frigorífico e no caso de um aperto excessivo do acoplamento danifica-se o abocardado do tubo provocando igualmente fugas. A conexão do bloco termodinâmico ao painel é efectuada em seguida onde se repetem os passos descritos anteriormente.

Concluídas as conexões é necessário proceder a uma carga de azoto para garantir a não existência de fugas, assim como explicado na parte dos sistemas de expansão direta. A carga de azoto deverá ser efectuada a uma pressão de 10 bar pela tomada de pressão (válvula de 3 vias). Também é necessário envolver todas as conexões em espuma de sabão e verificar se a pressão nos manómetros se mantém constante. Tal como referido anteriormente é necessário efectuar o vácuo à instalação, mas neste caso com os equipamentos adaptados para o fluido R134a. E realizam-se os passos seguintes tal como para o ar condicionado.

Para verificar se o equipamento se encontra a funcionar corretamente coloca-se em funcionamento e aguarda-se pelo menos, 20 a 30 minutos. De seguida verificam-se as seguintes condições:

- O sobreaquecimento, sem exposição solar directa no painel, deve estar compreendido entre os 5°C e os 10°C.
- O diferencial entre a temperatura do gás à entrada do condensador e a temperatura de condensação deve estar compreendido entre os 40°C e os 45°C.

De seguida, foram feitas as conexões hidráulicas, tendo sido ligadas a entrada e a saída de água do equipamento com acessórios de latão e posteriormente a tubagem multicamada resistente a altas temperaturas e pressões (75°C /7 bar). Também foi montado um grupo de redução de pressão na entrada de água fria, com válvula redutora e manómetro que se deve encontrar em conformidade apresentando uma pressão máxima 7 bar. Além deste dispositivo foram instalados outros componentes para garantir o bom funcionamento do circuito hidráulico de retenção, válvula de segurança/descarga e depósito de expansão. Sendo que a válvula de segurança/descarga deve ser conectada por tubagem com diâmetro nunca inferior à conexão da entrada de água fria.

Por fim, foram efectuadas as ligações eléctricas, sendo que o equipamento termodinâmico só deve ser alimentado após o enchimento do termoacumulador e o equipamento deve estar conectado a uma tensão monofásica e obrigatoriamente ter ligação à terra.

3.3. Produção de Energia Elétrica Fotovoltaica

Para a produção de energia elétrica com base fotovoltaica existem legislados dois tipos de unidades que são as UPP (Unidade de Pequena Produção) e as UPAC (Unidade de Produção para Autoconsumo).

A microgeração e minigeração passam a ser designadas por UPP, que injecta a totalidade da energia produzida na RESP (Rede Elétrica de Serviço Público). Deixa de existir uma distinção entre as duas modalidades, passando ambas a funcionar da mesma forma. Acaba assim o regime geral e o regime bonificado, ou seja, já não existem tarifas de venda de energia superiores às de compra. A energia produzida pela UPP anualmente não pode ser superior a duas vezes à energia consumida no local da instalação de consumo. As tarifas passam a ser atribuídas com base num modelo de licitação, onde existirá uma tarifa de referência e terão de ser licitados valores abaixo da mesma. A tarifa resultante desse leilão é válida durante um período de 15 anos, desde a data de início de fornecimento da energia produzida pelo sistema à rede pública.

Enquanto nas UPP toda a energia produzida é vendida, nas UPAC a energia produzida pode ser utilizada exclusivamente para consumo ou então para consumo e venda (energia excedente de produção). Caberá assim ao produtor escolher se quer ou não injectar na rede a energia excedente ou não consumida. A potência da UPAC não pode exceder em duas vezes a potência de ligação. Quando se trata de uma potência de ligação de 200 W até 1,5 kW é necessária uma mera comunicação de exploração (registo automaticamente sem intervenção da DGEG). Enquanto para potências entre 1,5 kW e 1 MW, estas estão sujeitas a registo prévio e obtenção do respectivo certificado de exploração, sendo o registo efectuado pela empresa e compreende as seguintes etapas: pedido de registo no SERUP (Sistema Eletrónico de Registo de Unidades de Produção), pagamento da taxa de inscrição à DGEG, aceitação do pedido, instalação da UPAC e por fim o pedido de inspeção. A remuneração do excedente é obtida tendo em conta o valor resultante da média aritmética simples dos preços de fecho do Operador do Mercado Ibérico de Energia (OMIE) para Portugal relativo ao mês em vigor.

3.3.1. Unidades de Produção de Autoconsumo (UPAC)

Também durante o período de estágio pude participar na instalação de uma UPAC, em que o projecto para a instalação já se encontrava feito, tendo a empresa efectuado apenas a instalação do sistema.

Esta instalação consiste numa UPAC com armazenamento de energia em baterias.

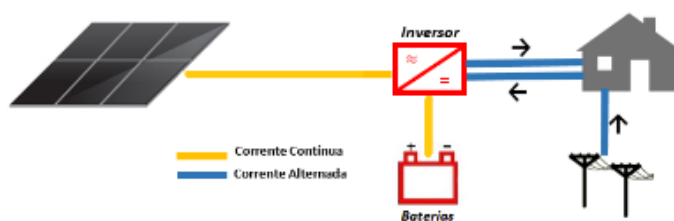


Figura 3-31 – Esquema da instalação UPAC

O sistema era constituído por 10 painéis fotovoltaicos de silício policristalino de cor azul, com células quadradas, feitas a partir de um único bloco com múltiplos cristais de silício tratado, apresentando uma eficiência média de 13%, cada um com uma potência de 255W (Figura 3-32).



Figura 3-32 – Painel fotovoltaico de silício policristalino e suas características

Para a fixação dos painéis foram utilizadas as respectivas estruturas para telhado inclinado que são o primeiro elemento do *kit* a instalar. De seguida, são instalados os painéis fotovoltaicos sobre a estrutura e feita a passagem do cabo solar desde os painéis até ao local onde se encontra o inversor.



Figura 3-33 – Instalação final dos painéis

O inversor aplicado encontra-se representado na Figura 3-34 e tem como função converter a corrente contínua produzida pelos painéis em corrente alternada. Este equipamento é ligado às baterias de acumulação de energia e também ao quadro eléctrico da habitação, através dos respectivos cabos eléctricos. Na seleção deste equipamento é fundamental levar em conta algumas características, como as tensões de entrada e saída, a potência nominal e a tensão em circuito aberto dos painéis.



Figura 3-34 – Inversor

Também foi instalado um regulador de carga MPPT, consistindo num conversor DC/DC que, de acordo com as condições ambientais de temperatura e radiação e com as condições impostas pela rede, ajusta a tensão de saída do módulo de modo a que o funcionamento se processe no ponto correspondente à potência máxima. Este equipamento retira o máximo aproveitamento da potência do painel solar, reduz as perdas do sistema, tem capacidade de monitorização da produção de energia e pode ser configurado manualmente para cada tipo de baterias.



Figura 3-35 – Regulador de carga MPPT

De seguida, foram colocadas as quatro baterias de 6V em série, onde é acumulada a energia excedente da produção, possibilitando assim o consumo da energia solar durante períodos sem

sol. Quando nem a energia produzida nem a acumulada são suficientes para as necessidades, passa a ser consumida energia da rede eléctrica.



Figura 3-36 – Bateria

Por fim, foram realizadas as ligações eléctricas desde o inversor abordado anteriormente até ao quadro eléctrico da habitação, tendo sido feita a escolha dos equipamentos que irão receber a energia produzida instantaneamente.



Figura 3-37 – Quadro eléctrico da habitação

3.4. Outras atividades

Para além das atividades já mencionadas noutros capítulos, numa segunda fase do estágio, que decorreu no escritório da empresa, foram realizados outros tipos de atividades.

Desde sempre foi criado um relacionamento de colaboração com os fornecedores da empresa, sendo um dos principais objectivos conseguir a melhor relação qualidade/preço para os materiais e equipamentos necessários para as várias instalações. De realçar também o apoio e esclarecimento demonstrado por estes na execução de trabalhos em conjunto.

Outra das atividades desempenhadas foi a entrega de material em obra, com as respectivas guias de transporte, de forma a não comprometer a continuidade dos trabalhos por falta do mesmo e facilitar assim, de um modo mais acelerado, a execução das instalações.

Embora de um modo mais superficial também tive oportunidade de efectuar a calendarização do trabalho técnico, assim como da manutenção e assistências, sempre em sintonia com os restantes elementos da empresa.

Também existiu a oportunidade de efectuar orçamentação de diversos sistemas, tais como, ar condicionado, sistemas solares termodinâmicos e *kit's* fotovoltaicos para autoconsumo. Foram efectuados ainda dimensionamentos de sistemas de piso radiante hidráulico, numa fase inicial acompanhado pelo Engenheiro responsável e posteriormente de forma autónoma, assim como de sistemas fotovoltaicos.

O atendimento ao cliente através das diversas formas de contacto com a empresa, quer na loja, via correio electrónico ou por contacto telefónico, registando o pretendido pelo cliente, assim como os seus dados de modo a permitir a criação da ficha de cliente.

Por fim, a atividade de maior relevo e ganhos para mim foi a possibilidade do acompanhamento de visitas a obras e casas de clientes com a finalidade de esclarecer sobre os sistemas que podem ser instalados pela empresa, assim como de efectuar levantamento de dados de forma a facilitar a preparação de obra e também possíveis fechos de negócio.

4. ANÁLISE DE UM PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO DE UMA HABITAÇÃO COM SISTEMA VRV

De forma a verificar o bom funcionamento da instalação, incluindo as necessidades específicas que cada compartimento requeria, nomeadamente as necessidades térmicas e as renovações de ar, recorreu-se ao *software* CYPE uma vez que permite não só modelar o edifício em 3D, mas também desenhar e projectar instalações, seleccionar equipamentos e materiais e por fim ter uma perceção do custo final da instalação.

4.1. Descrição da Habitação

O presente capítulo apresenta a elaboração de um projecto de climatização para um novo edifício de habitação. O caso em estudo é uma moradia unifamiliar, localizada na cidade de Tarouca.

Para a elaboração do projecto é necessário realizar a modelação do edifício, a fim de posteriormente se determinar as cargas térmicas que lhe estão associadas. Na modelação do edifício é necessário ter em conta os seguintes aspectos:

- Localização da obra;
- Condições climáticas;
- Caracterização de todos os elementos construtivos;
- Orientação do edifício;
- Perfil de utilização do edifício.

Dados obra (Climatização)	
Cálculo de cargas	
<input checked="" type="radio"/> Climatização	<input type="radio"/> Arefecimento <input type="radio"/> Aquecimento
Método de cálculo para cargas de aquecimento	
<input checked="" type="radio"/> Clássico	<input type="radio"/> Norma EN 12831
Condições climáticas	
<input checked="" type="radio"/> Predefinidas	<input type="radio"/> De utilizador
Localização	Tarouca
Altitude	635.0 m
Latitude (N)	41.02 graus
Longitude (E)	-7.77 graus
Temperatura seca Verão	33.00 °C
Temperatura húmida Verão	20.00 °C
Oscilação média diária	15.00 °C
Oscilação média anual	30.00 °C
Temperatura seca de Inverno	-4.00 °C
Humidade relativa de Inverno	90.0 %
Temperatura mínima histórica	-10.00 °C
Temperatura mínima do terreno	5.00 °C
Temperatura não perturbada do terreno	13.50 °C
Temperatura da água fria de rede	15.00 °C
Velocidade do vento	1.00 m/s
Dados da localização	
<input type="button" value="Aceitar"/> <input type="button" value="Cancelar"/>	

Figura 4-1 - Dados de projecto (Software CYPE)

Através das plantas do edifício foi possível compreender melhor a sua constituição interior, apesar de não serem especificados todos os materiais utilizados na sua construção, foram considerados em projecto materiais os mais aproximados da realidade.

Esta moradia apresenta uma área de 1200 m² e um pé direito de 2,7 m. Actualmente, ainda se encontra em construção. Este edifício apresenta uma tipologia T4 e é composto por uma cave, piso 0, piso 1 e cobertura.

A cave é composta por uma garagem, casa das máquinas, uma área técnica para a piscina interior, uma área técnica para o *jacuzzi*, uma instalação sanitária e escadas.

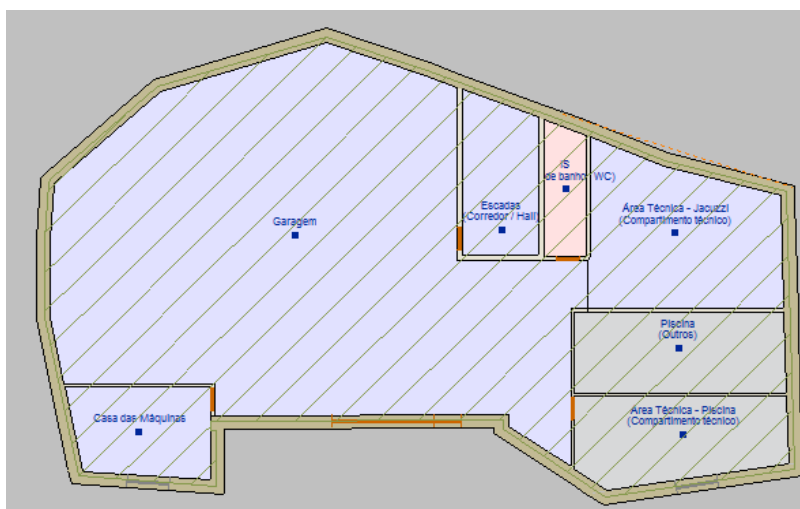


Figura 4-2 - Cave (Software CYPE)

No piso 0 encontra-se uma cozinha, sala de convívio, instalações sanitárias para homem e senhora, corredor, uma adega, um escritório, uma cabine de banho, sauna, *jacuzzi*, piscina e ginásio.

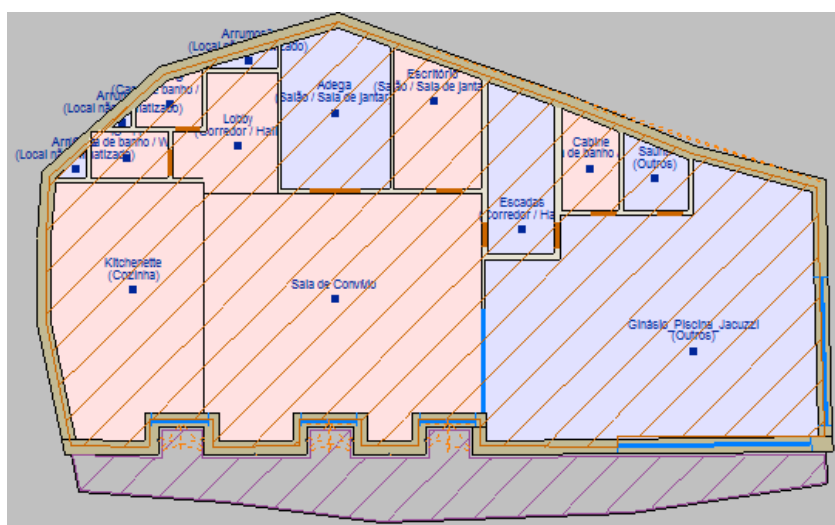


Figura 4-3 - Piso 0 (Software CYPE)

No piso 1 existem 4 *suites* com instalação sanitária privativa, sendo que 3 destas *suites* são aproximadamente iguais e outra é considerada principal devido às suas dimensões. Este piso ainda é constituído por um corredor, sala de jantar/estar, cozinha, instalação sanitária social, um vestíbulo de entrada e um *hall*.

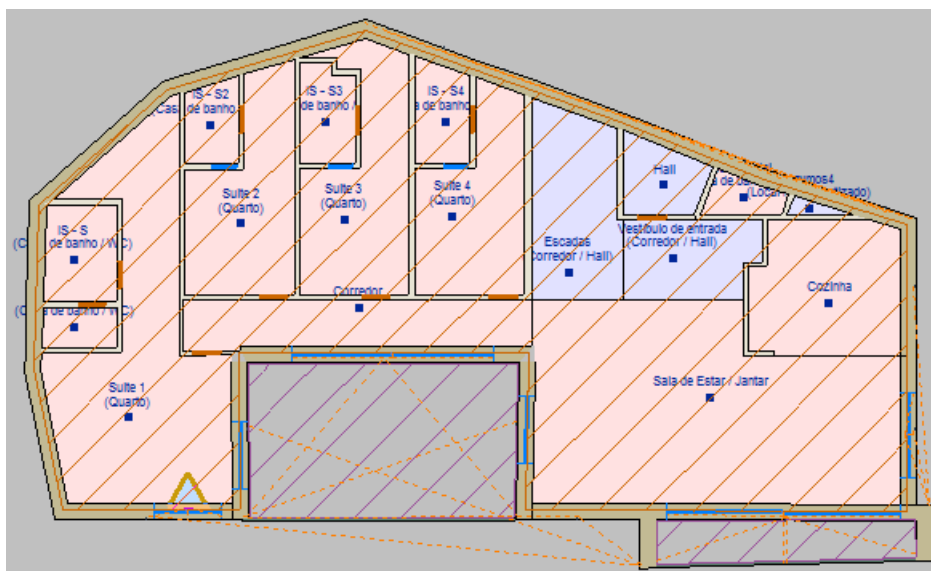


Figura 4-4 - Piso 1 (Software CYPE)

A habitação possui ainda a cobertura, elemento que mais dificuldades criou na sua modelação, por possuir uma parte plana e uma parte de telhado inclinado. Na Figura 4-5 representa-se o aspecto final do edifício da habitação.

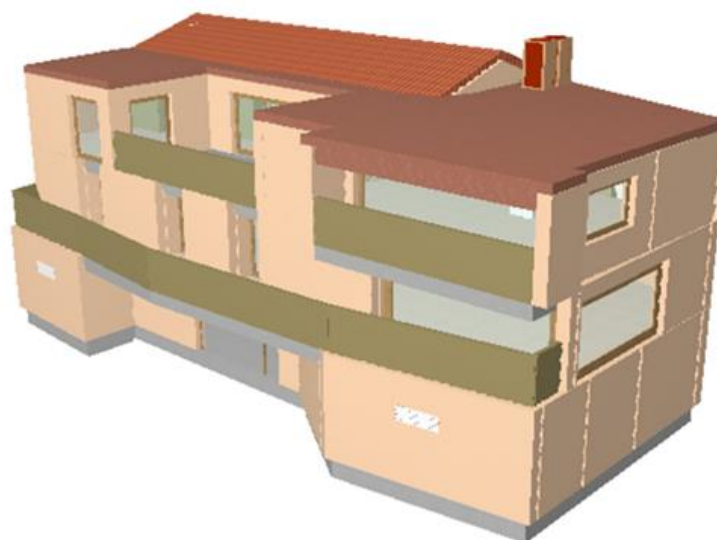


Figura 4-5 - Edifício em 3D (Software CYPE)

Descrição dos elementos construtivos

A modelação do edifício foi feita através do *software* de cálculo, no módulo de climatização. De seguida serão descritos os elementos construtivos, que constam do projecto de arquitetura.

Este edifício é constituído por inúmeros elementos construtivos. Por esse facto e por algum desconhecimento já mencionado, apenas serão caracterizados no estudo os elementos mais relevantes. Todos os coeficientes de transmissão térmica superficiais (U), utilizados no estudo térmico, foram obtidos através do *software*. Segundo o Despacho nº15793-K/2013, o coeficiente de transmissão térmica (U), dos elementos constituídos por um ou mais materiais, é calculado pela seguinte equação:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum R_j + R_{se}} \quad (1)$$

Paredes Exteriores

Todas as paredes exteriores do edifício apresentam uma fachada de um pano de tijolo com isolamento pelo exterior, sistema “ETICS”, com revestimento interior directo. As diversas camadas das paredes exteriores encontram-se representadas na Figura 4-6, sendo o coeficiente de transmissão térmica, U, desta parede de 0.30 W/m².°C.

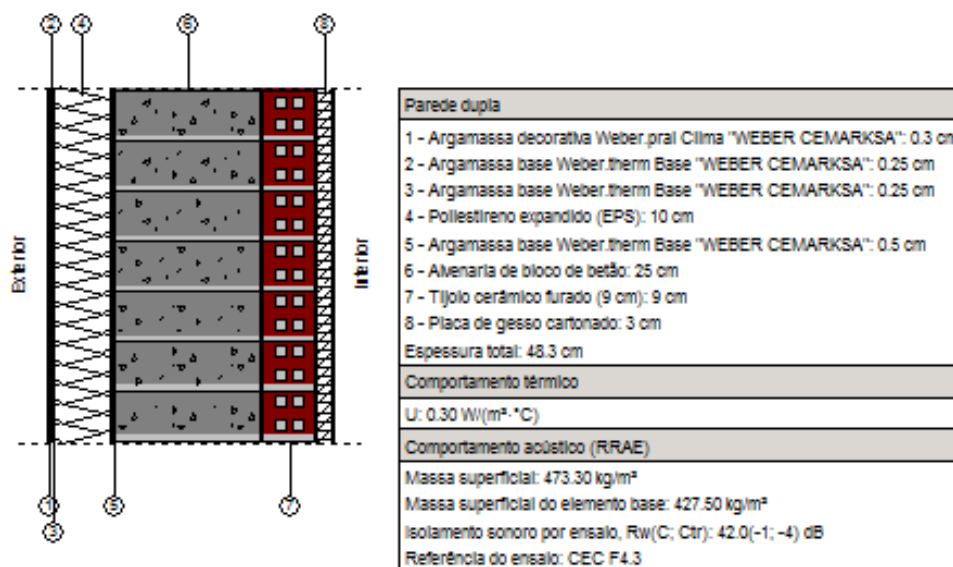


Figura 4-6 - Constituição esquemática da parede exterior (Software CYPE)

Paredes Interiores

Das diversas soluções construtivas de paredes interiores do projecto, serão descritas dois tipos diferentes.

A parede interior entre divisões e ainda a parede interior das escadas, esta distinção é feita pelo simples facto de ser necessária uma parede mais isolante para minimizar as perdas térmicas das paredes das escadas.

Nas Figuras 4-7 e 4-8 estão representadas a parede interior mais frequente no projecto com o seu coeficiente de transmissão térmica de $1.54 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ e a parede utilizada para as escadas, com um valor de U de $0.53 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$.

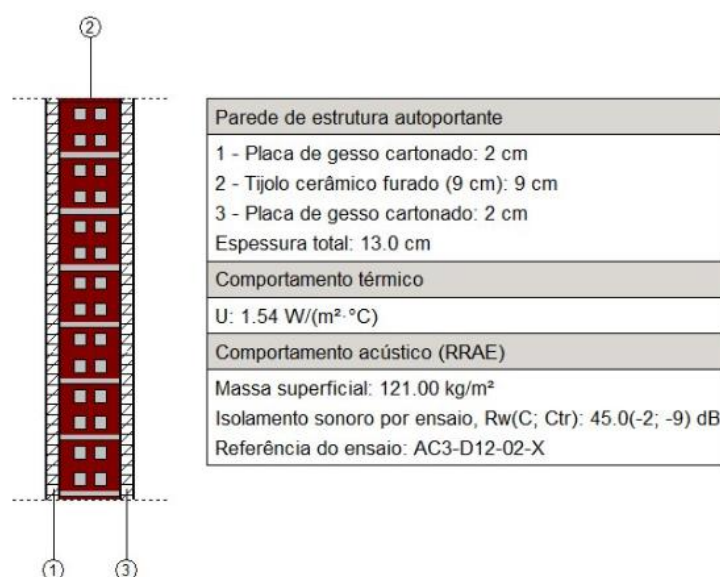


Figura 4-7 - Constituição das paredes interiores (Software CYPE)

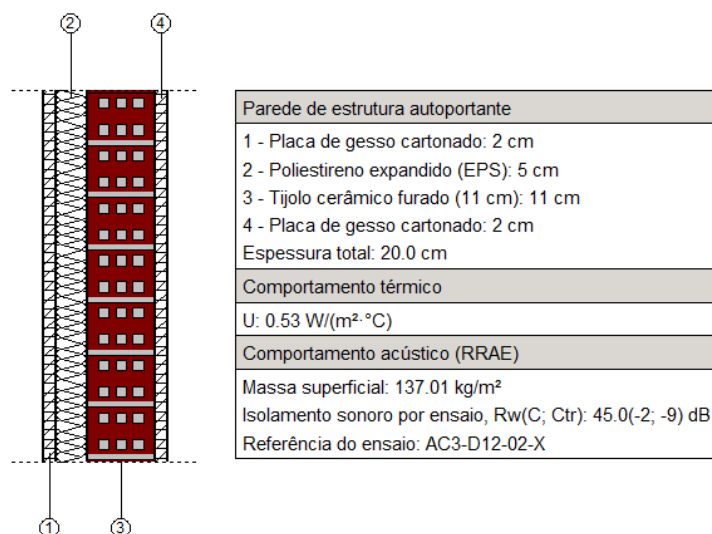


Figura 4-8 - Constituição das paredes interiores das escadas (Software CYPE)

Vãos envidraçados

Os vãos envidraçados do edifício são compostos por vidro duplo temperado, de baixa emissividade térmica e ainda vidro duplo temperado de controlo solar. Também foram definidos para cada local o tipo de caixilharia, quer sejam portas de correr, janelas de correr ou envidraçados fixos, consoante a dimensão do local e a respectiva funcionalidade.

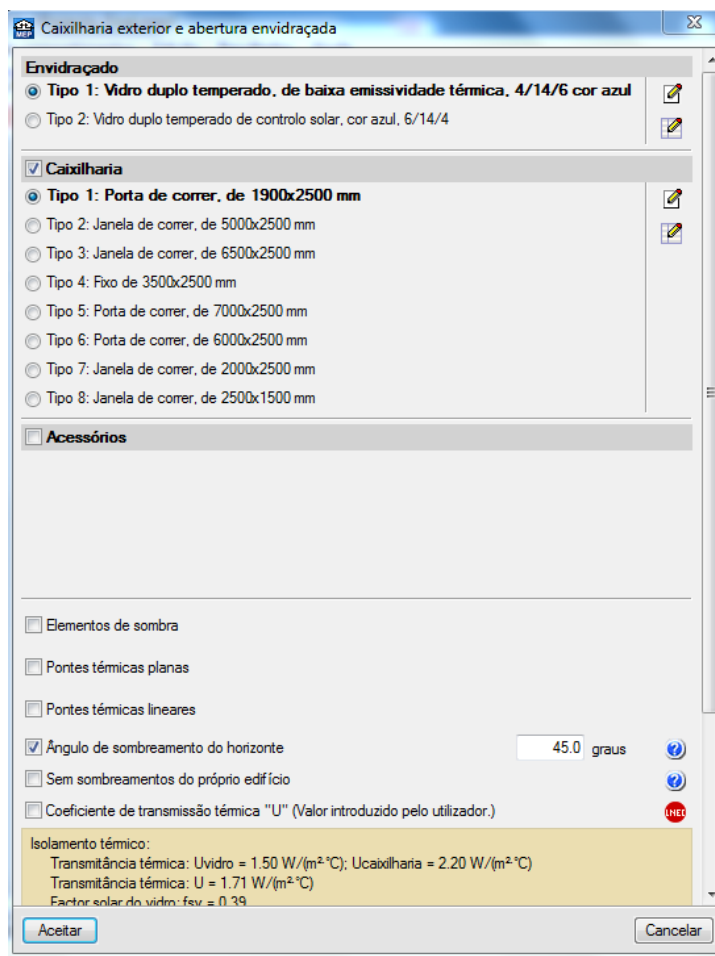


Figura 4-9 - Características dos vãos envidraçados (Software CYPE)

Lajes

A laje da cave é caracterizada como um pavimento térreo, pelo facto de estar em contacto com o terreno. Esta laje de fundação tem uma espessura total de 64 cm. Podem ser visualizadas as várias camadas em maior detalhe na Figura 4-10.

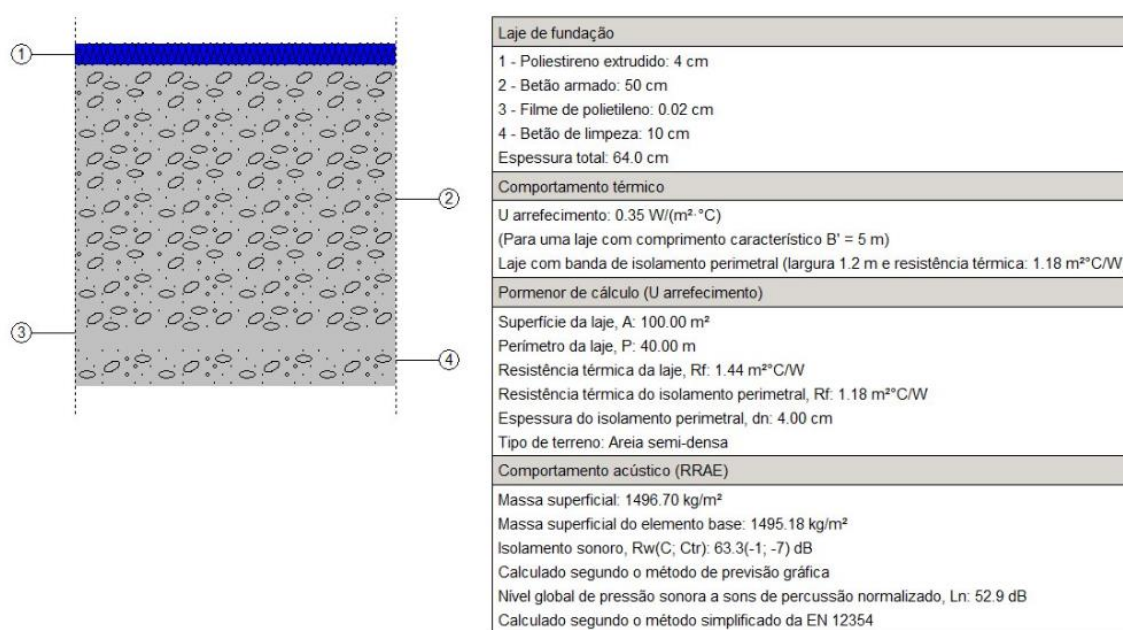


Figura 4-10 - Constituição esquemática de pavimento térreo (Software CYPE)

As lajes entre pisos, Figura 4-11, são constituídas por uma laje maciça com uma espessura de 24 cm, aglomerado de cortiça expandida (ICB) de 10 cm e ainda betão de inertes de poliestireno expandido de 15 cm.

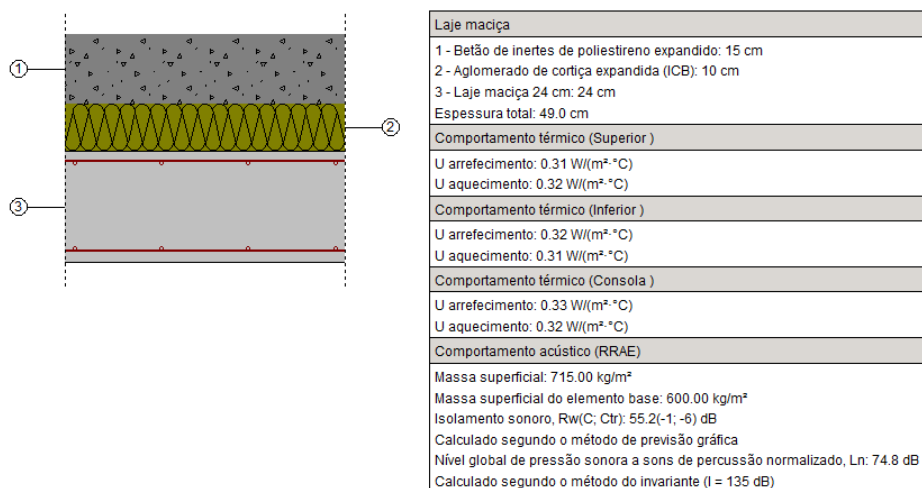


Figura 4-11 - Constituição da laje entre pisos (Software CYPE)

Cobertura

O edifício é caracterizado por ter uma cobertura plana, constituída por uma laje maciça de espessura 24 cm, seguida de aglomerado de cortiça expandido (ICB) de 10 cm, 15 cm de betão de inertes de poliestireno expandido, uma camada de argamassa de cimento de 3 cm, uma

impermeabilização asfáltica monocamada colada, geotêxtil de poliéster, argamassa de cimento e por fim um pavimento de grés rústico. Como ilustrado na Figura 4-12.

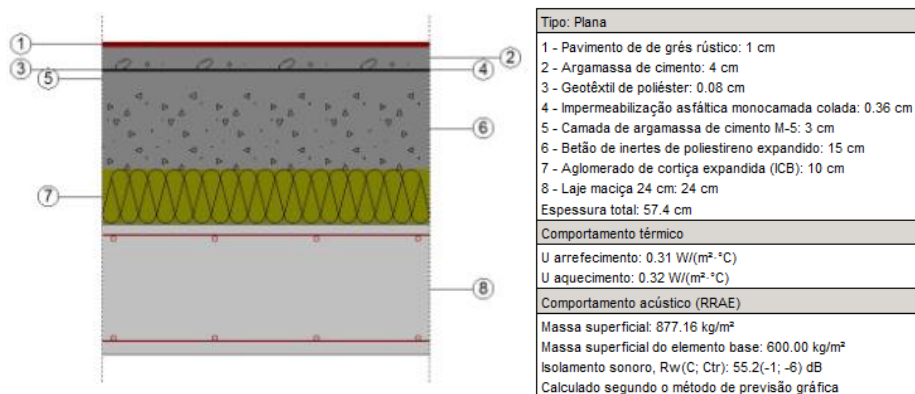


Figura 4-12 - Características esquemática da cobertura plana (Software CYPE)

A habitação ainda possui uma cobertura inclinada que é constituída pelos elementos representados na Figura 4-13.

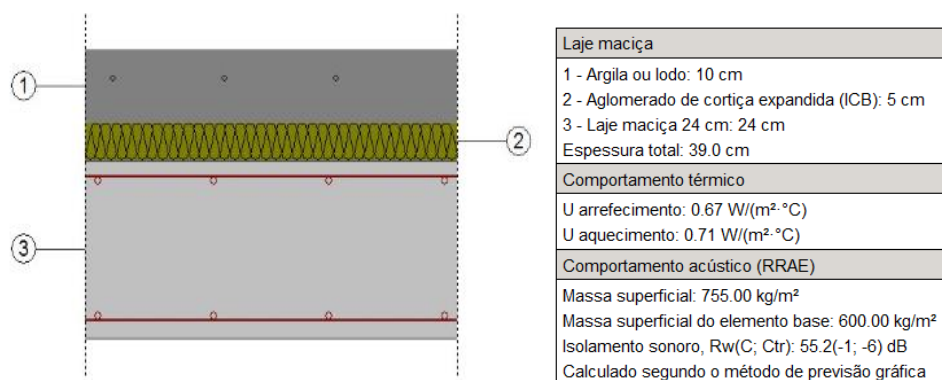


Figura 4-13 - Constituição da cobertura inclinada (Software CYPE)

Compartimentos

Após a definição dos elementos construtivos procede-se à definição dos compartimentos. Este procedimento permite definir o espaço segundo a sua função (quarto, cozinha, garagem, instalações sanitárias, etc.), aos quais estão associados parâmetros pré-definidos para o estudo térmico. Na Figura 4-14 estão representados os parâmetros associados a um *hall*. Esta função permite ainda adicionar camadas de revestimento de pavimento, de parede e de teto nos elementos da envolvente desses compartimentos. A descrição de cada compartimento foi

realizada de acordo com as plantas do edifício. Quanto aos revestimentos, estes foram adicionados consoante o tipo de compartimento e ao uso a que se destina.

Parâmetros para o estudo térmico	
Habitável	
Parâmetros para o estudo climático	
Climatizado	
Condições interiores	
Temperatura de verão:	24.00 °C
Humidade relativa de verão:	50.00 %
Temperatura de inverno:	21.00 °C
Humidade relativa de inverno:	30.00 %
Iluminação	
Potência instalada de iluminação por superfície:	4.40 W/m ²
Ventilação	
Caudal mínimo de ventilação por superfície:	2.70 m ³ /(h·m ²)

Figura 4-14 - Parâmetros pré-definidos para os estudos térmico e climático, de um *hall* (Software CYPE)

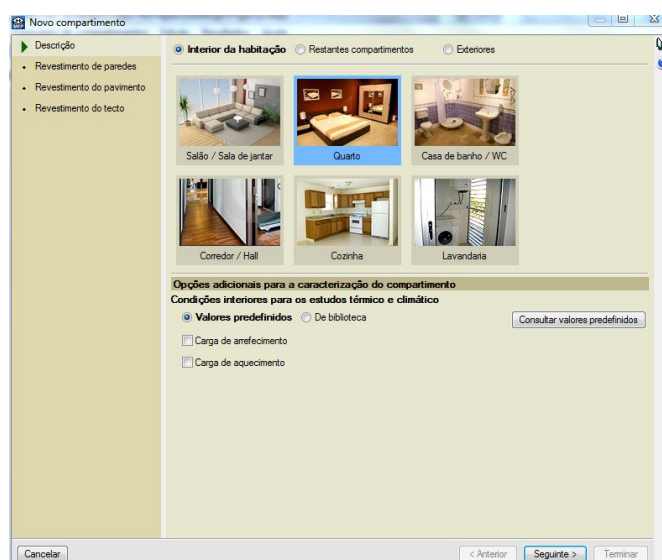


Figura 4-15 - Novo compartimento

4.2. Determinação das Cargas Térmicas

Depois dos procedimentos descritos anteriormente é chegada a altura de proceder ao cálculo das cargas térmicas. A simulação de cargas térmicas engloba inúmeras variáveis que nem sempre são conhecidas. O dimensionamento do sistema de climatização depende da correcta caracterização e descrição das cargas internas, tais como taxa de ocupação, iluminação e ventilação, assim como das cargas térmicas externas.

Estas cargas são definidas pelas condições climáticas e pelo projecto de arquitetura devido à geometria, princípios construtivos e materiais utilizados.

Para isso é necessário corrigir os diversos erros que resultem de uma má modelação do edifício ou de compartimentos não estarem completamente divididos por paredes.

Segundo o relatório de cálculo das cargas térmicas gerado pelo *software* Cype, a carga térmica total de aquecimento do edifício é de 18,88 kW e a de arrefecimento é de 15,48 kW. Nas Tabelas 4.1 e 4.2, encontram-se excertos dos resultados do cálculo de cargas térmicas de aquecimento e de arrefecimento do edifício em estudo, de um modo resumido. No Anexo A4 apresentam-se resultados mais detalhados.

Tabela 4-1 - Resultado das cargas térmicas de aquecimento (Software CYPE)

Conjunto: Várzea							
Recinto	Planta	Carga interna sensível (W)	Ventilação		Potência		
			Caudal (m³/h)	Carga total (W)	Por superfície (W/m²)	Máxima simultânea (W)	Máxima (W)
Kitchenette	Piso 0	851.90	292.55	1114.77	48.40	1966.67	1966.67
Sala de Convívio	Piso 0	1921.71	28.80	219.49	29.37	2141.20	2141.20
Lobby	Piso 0	839.16	31.09	118.47	83.17	957.63	957.63
Escritório	Piso 0	575.05	62.02	472.68	84.46	1047.73	1047.73
Suite 1	Piso 1	1941.19	101.64	774.57	72.15	2715.76	2715.76
Suite 2	Piso 1	700.02	45.02	343.09	62.56	1043.11	1043.11
Suite 3	Piso 1	975.94	49.17	374.76	74.16	1350.70	1350.70
Suite 4	Piso 1	608.52	42.40	323.14	59.33	931.66	931.66
Corredor	Piso 1	1247.23	159.60	608.16	125.55	1855.40	1855.40
Cozinha	Piso 1	733.75	124.50	474.39	69.87	1208.14	1208.14
Sala de Estar / Jantar	Piso 1	2455.14	158.71	1209.52	62.34	3664.66	3664.66
Total			1095.5	Carga total simultânea		18882.7	

Tabela 4-2 - Resultado das cargas térmicas de arrefecimento (Software CYPE)

Conjunto: Várzea													
Recinto	Planta	Subtotais			Carga interna		Ventilação		Potência térmica				
		Estrutural (W)	Sensível interior (W)	Total interior (W)	Sensível (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensível (W)	Carga total (W)	Por superfície (W/m²)	Sensível (W)	Máxima simultânea (W)	Máxima (W)
Kitchenette	Piso 0	93.57	1213.84	1448.47	1346.63	1581.27	292.55	345.58	464.88	50.36	1692.21	2045.73	2046.15
Sala de Convívio	Piso 0	1603.24	2547.86	3196.82	4275.63	4924.59	28.80	73.75	88.82	68.76	4349.38	4519.33	5013.41
Lobby	Piso 0	190.91	38.35	38.35	236.14	236.14	31.09	26.65	38.94	23.89	262.80	254.54	275.08
Escritório	Piso 0	82.38	516.25	637.20	616.59	737.54	62.02	158.82	191.28	74.88	775.41	926.43	928.82
Suite 1	Piso 1	473.86	358.70	393.59	857.54	892.43	101.64	240.12	281.57	31.19	1097.66	1173.38	1173.99
Suite 2	Piso 1	121.98	209.90	279.68	341.84	411.62	45.02	37.74	66.34	28.67	379.58	452.30	477.96
Suite 3	Piso 1	171.29	217.45	287.23	400.40	470.18	49.17	41.22	72.46	29.79	441.63	508.57	542.64
Suite 4	Piso 1	97.35	205.15	274.93	311.57	381.35	42.40	35.55	62.48	28.26	347.12	421.12	443.83
Corredor	Piso 1	851.43	401.96	401.96	1290.99	1290.99	159.60	204.34	287.86	106.84	1495.34	1390.78	1578.86
Cozinha	Piso 1	163.05	576.37	717.64	761.60	902.87	124.50	106.74	155.94	61.23	868.34	1048.90	1058.81
Sala de Estar / Jantar	Piso 1	916.72	1218.07	1322.74	2198.84	2303.51	158.71	374.95	439.67	46.67	2573.79	2737.32	2743.18
Total							1095.5		Carga total simultânea			15478.4	

4.3. Sistema de Climatização Adotado

Num projecto de um sistema AVAC, nem sempre é fácil a escolha ou dimensionamento dos diversos equipamentos e materiais, uma vez que existe uma grande diversidade de equipamentos, materiais e métodos para atingir o mesmo fim. Como tal, o projectista tem de estudar qual o sistema mais adequado para cada tipo de instalação, tendo em consideração a sua fiabilidade, as suas dimensões, o seu consumo de energia e o seu custo. Atendendo às especificações técnicas e demais características existentes no projecto deste edifício, optou-se por um sistema de climatização do tipo VRV com tecnologia de aquecimento contínuo durante a descongelação das unidades exteriores e em que as unidades interiores são unidades de condução. Sendo a empresa instaladora, este trabalho de escolha dos equipamentos já tinha sido previamente realizado e assim sendo vão ser utilizadas essas máquinas nesta análise. Análise esta que se refere à instalação descrita no sub-capítulo 3.1.2.

Unidades exteriores

As unidades exteriores são do tipo expansão directa, da marca Daikin, modelo **RYYQ**, série **T**, para sistemas VRV e temperatura de evaporação variável, do tipo *inverter*, bomba de calor, própria para montagem no exterior. Cada unidade é dotada de um permutador de fluido frigorigéneo/ar em tubo de cobre alhetado a alumínio com tratamento cromático de protecção anti-corrosão, equipado com um ventilador axial de descarga vertical, directamente acoplado a um motor eléctrico de velocidade variável. Vêm equipadas com tecnologia de aquecimento contínuo, permitindo o aquecimento contínuo mesmo durante o ciclo de descongelação do permutador da unidade exterior. Cada unidade exterior dispõe de um compressor do tipo hermético *scroll*, de velocidade variável através de controlo do tipo *inverter*, e está dotada de um sistema de recolha de óleo de forma a possibilita a sua correcta lubrificação em qualquer regime de funcionamento. O comprimento máximo da tubagem frigorífica entre a unidade exterior e a unidade interior mais afastada deverá ser inferior a 165 m.

Para protecção e controlo cada unidade está equipada com um sistema de arranque progressivo dos compressores, o que evita picos de arranque, temporizador de arranque dos compressores, pressostato de alta pressão, protecção térmica dos compressores e ventiladores, controlo do fluido frigorigéneo R410a por meio de válvula de expansão electrónica e controlo das pressões de aspiração e descarga, em função do seu regime de funcionamento. Todas as ligações de tubagem no seu interior são soldadas, assim como as ligações de distribuição de fluido frigorigéneo serão igualmente soldadas.

A potência total das unidades interiores a ligar a uma unidade exterior deve estar situada entre os 50% e os 130% desta última. Está preparada para funcionar, em termos *standard*, em arrefecimento de -5,0°C a + 43,0°C DB e em aquecimento de -20°C a +15,5°C WB de temperatura do ar exterior. A envolvente destas unidades é construída em chapa de aço

galvanizada, devidamente tratada e pintada em estufa, e dotada de grelhas de proteção dos ventiladores.

Unidades interiores

As unidades interiores serão do tipo de baixo perfil de ligação a condutas, para montagem encastrada em teto falso, da marca Daikin, modelos **FXDQ-A** e **FXSQ-A**. São dotadas de um permutador de fluido frigorigéneo/ar em tubo de cobre alhetado a alumínio, otimizado para funcionar com gás **R410A**. Estão equipadas com ventiladores do tipo centrífugo, de baixa pressão estática e média pressão estática, acoplados a motores eléctricos DC Inverter, electricamente protegidos estão dotados de filtros de ar do tipo lavável e bombas de condensados (apenas FXSQ-A). A aspiração do ar pode ser feita por baixo ou por trás.

O controlo deste tipo de unidades é feito por um microprocessador do tipo P.I.D. (Proporcional, Integral e Derivativo), actuando sobre a válvula electrónica de expansão, de controlo linear de passagem de fluido frigorigéneo, entre os 40% e 100% da sua abertura. Para o posicionamento da válvula, cada unidade é dotada de várias sondas de temperatura que lhe permite responder individualmente às solicitações térmicas do ambiente onde está instalada, informando a unidade exterior do seu posicionamento para que aquela se ajuste às necessidades térmicas da instalação. O controlo anteriormente referido comunica também com o comando remoto da unidade, providenciando informações sobre o estado de funcionamento e fazendo um auto-diagnóstico de avarias, de forma a solicitar as intervenções de manutenção preventiva.

Base para o cálculo das tubagens do fluido frigorigéneo

Para se efectuar o cálculo das dimensões das tubagens do fluido frigorigéneo recorreu-se ao *software* de dimensionamento Xpress, da marca Daikin, cujo estudo se encontra no anexo A3.

Também se pode constatar que a potência total das unidades interiores em relação à das unidades exteriores, que deverá estar situada entre os 50 e os 130% da sua capacidade nominal, se veio a verificar.

Ventilação Mecânica

Em obra, o sistema de ventilação considerado foi instalado conforme projectado, garantindo deste modo a exaustão do ar viciado e a introdução de ar novo. O ar novo é forçado a entrar na rede de condutas com o auxílio de uma unidade de ventilação *PLUGBOX*, estando esta na cobertura da habitação. Para realizar a exaustão do ar viciado foram colocados ventiladores de extração nas instalações

sanitárias e cozinhas, que se encontram conectados a condutas que levam o ar até ao exterior da habitação. Foi também colocado um ventilador de extração na garagem com a mesma finalidade.

A fim de analisar, através do *software* CYPE, vários sistemas de renovação de ar com e sem recuperadores de calor, foram consideradas três hipóteses de instalação, sendo também objectivo de estudo a viabilidade económica dos mesmos.

Na primeira hipótese de simulação, que de resto foi difícil de ser implementado, mas que acabou por ser possível devido ao maior conhecimento sobre o programa, assim como às várias actualizações que este sofreu, introduziram-se os equipamentos tal como se encontram em obra. Ou seja, a utilização de dois ventiladores, tendo um a função de introduzir ar na habitação e o outro a função de extrair o ar viciado da mesma.

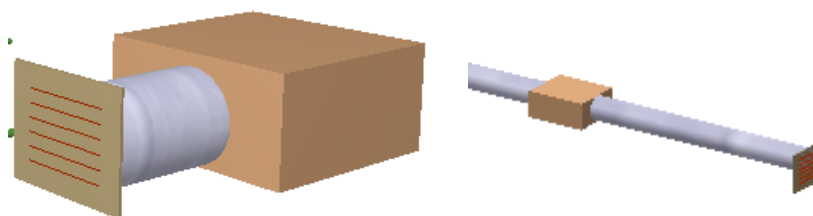


Figura 4-16 – Ventiladores representados no CYPE

Com o objectivo de economizar alguma energia no sistema de climatização procedeu-se a uma outra solução para esta instalação, que contempla a substituição dos dois ventiladores por recuperador estático ar-ar no sistema de ventilação, a instalar na zona da sala das máquinas (Figura 4-19).

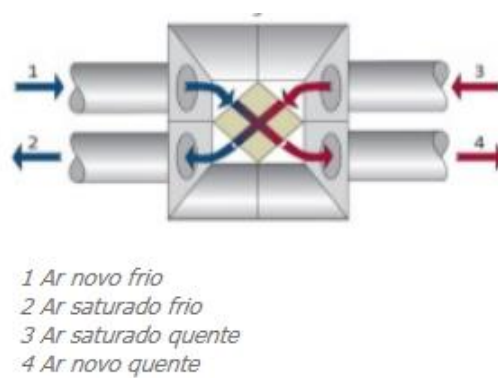


Figura 4-17 - Recuperador estático ar-ar de fluxo cruzado
(<https://pt.grundfos.com/servico/encyclopedia-search/cross-flow-heat-exchanger.html>)

Como podemos observar na Figura 4-17, o ar novo é previamente aquecido/arrefecido no recuperador pelo caudal de ar viciado que, depois de transferir parte do seu calor, é extraído da habitação. Por sua vez, o caudal de ar novo segue pelas condutas até aos espaços a climatizar, onde será devidamente tratado nas unidades VRV de conduta instaladas.

Na Figura 4-18 pode-se ver as características do recuperador utilizado.

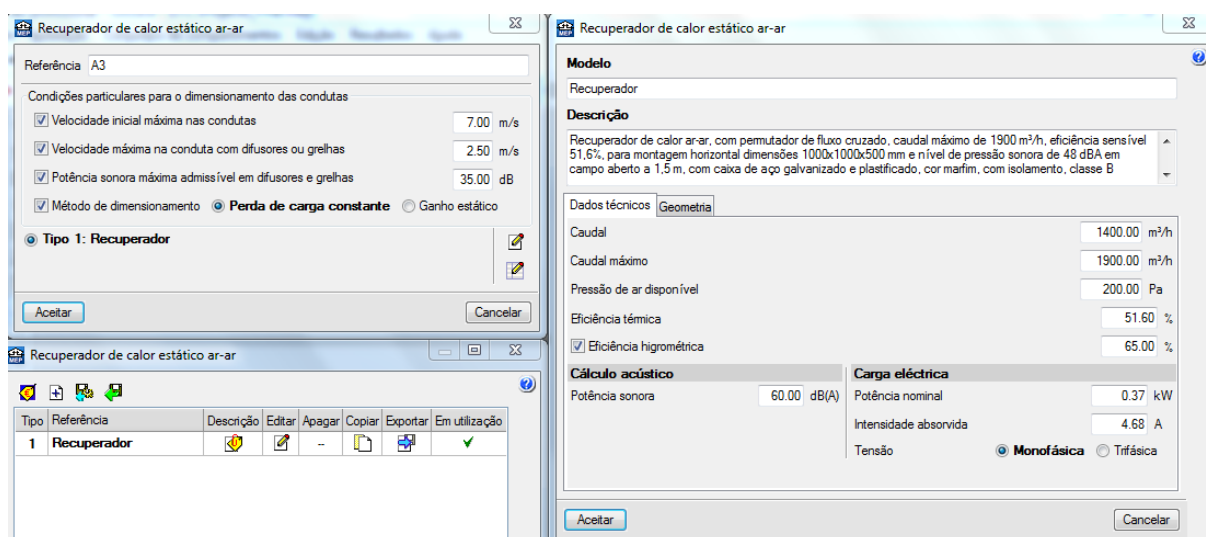


Figura 4-18 - Recuperador de calor de fluxo cruzado (Software CYPE)

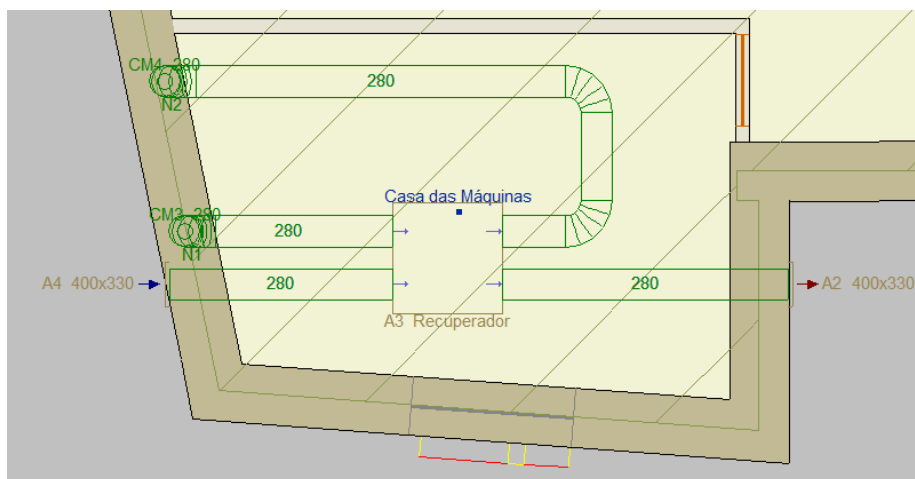


Figura 4-19 - Instalação do recuperador (Software CYPE)

A terceira opção recaiu na colocação de um recuperador de calor estático ar-ar em cada piso, ou seja, um no piso 0 e outro no piso 1. Foi feita também a troca das unidades interiores de conduta por unidades interiores do tipo cassete da mesma potência, que tal como as outras unidades tem como função a circulação/movimentação do ar nos espaços climatizados assim

como o seu respectivo tratamento térmico. Na Figura 4-20 é possível ver-se a instalação dos recuperadores e na Figura 4-21 as características dos mesmos.

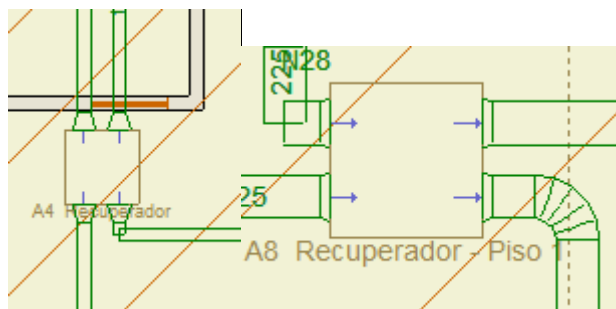


Figura 4-20 - Instalação dos recuperadores, piso 0 e 1 respectivamente (Software CYPE)

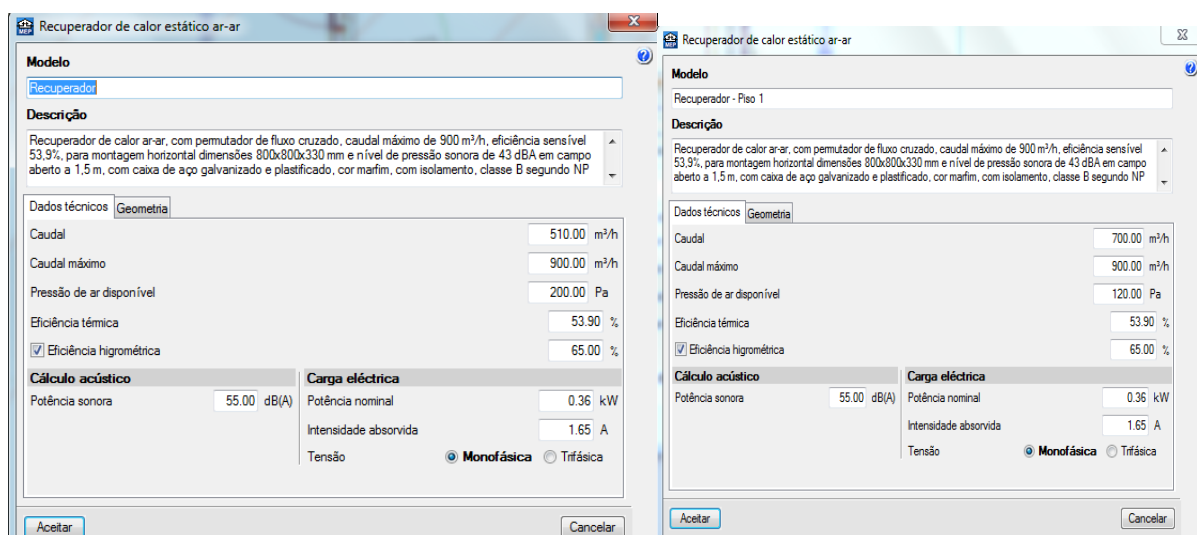


Figura 4-21 -Características dos recuperadores, piso 0 e 1 respectivamente (Software CYPE)

Instalação

Estando os elementos construtivos finalizados e tendo-se realizado o cálculo das cargas térmicas, o passo seguinte é proceder à instalação do sistema de climatização. Em primeiro lugar foram colocadas as unidades exteriores e as unidades interiores.

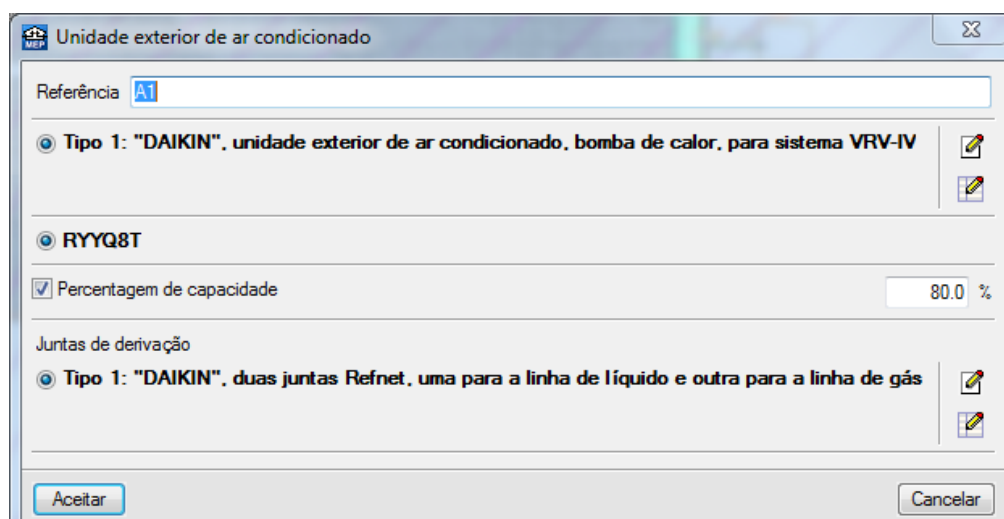


Figura 4-22 - Unidades exteriores (Software CYPE)

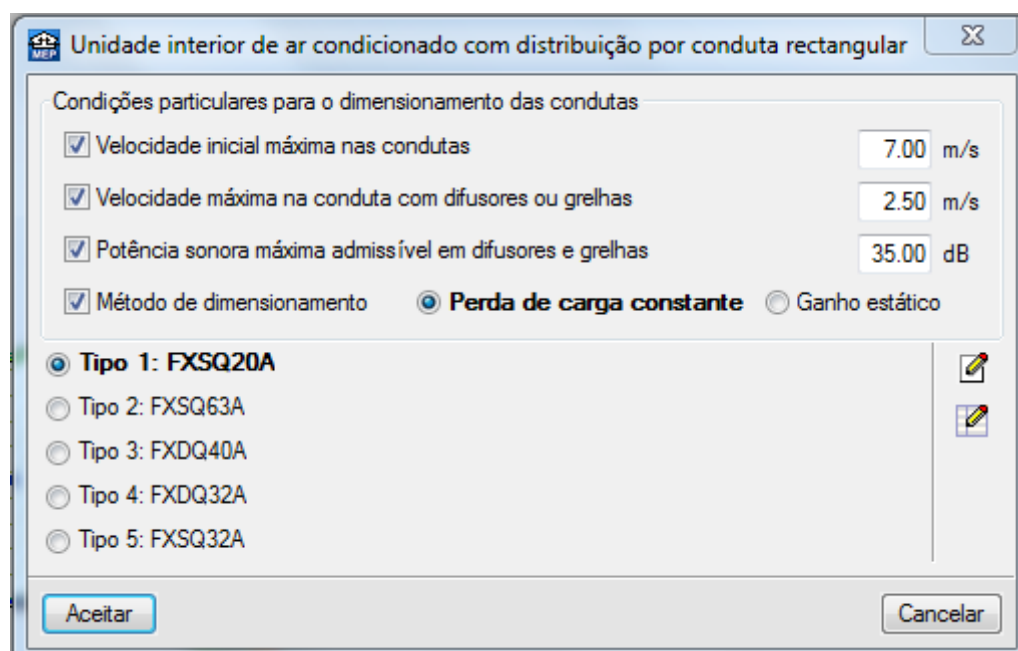


Figura 4-23 - Unidades interiores (Software CYPE)

De seguida, foi estabelecido o circuito de tubagem de cobre para o fluido frigorigéneo entre as várias unidades, quer sejam horizontais ou verticais.

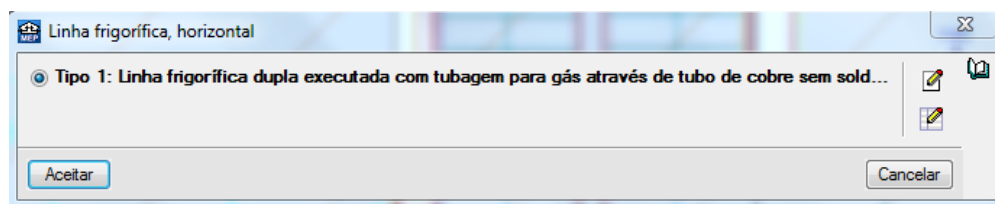


Figura 4-24 - Linha de fluido horizontal (Software CYPE)

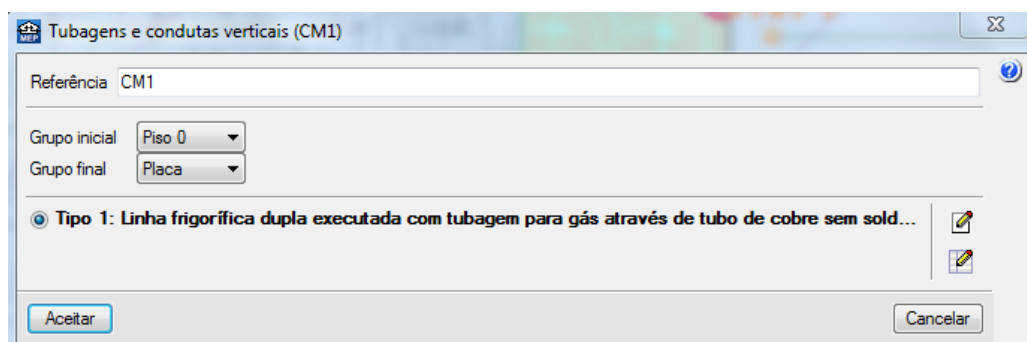


Figura 4-25 - Linha de fluido vertical (Software CYPE)

Depois foi colocado o sistema de ventilação anteriormente abordado e também a tubagem *spiro* em aço galvanizado, na introdução de ar novo, insuflação e extracção de ar viciado. Também foi colocado isolamento térmico e acústico na tubagem de ar novo e na de insuflação. De seguida foram colocados os *plenums* e o tubo flexível a fazer a ligação entre estes últimos e a tubagem.

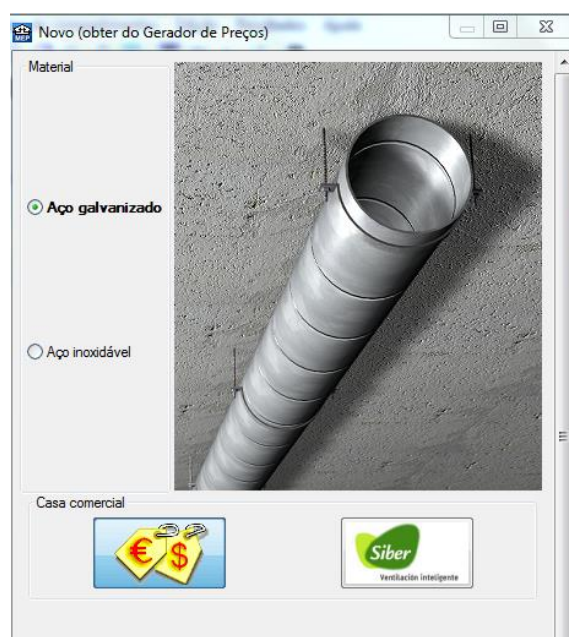


Figura 4-26 - Tubagem de aço galvanizado (Software CYPE)

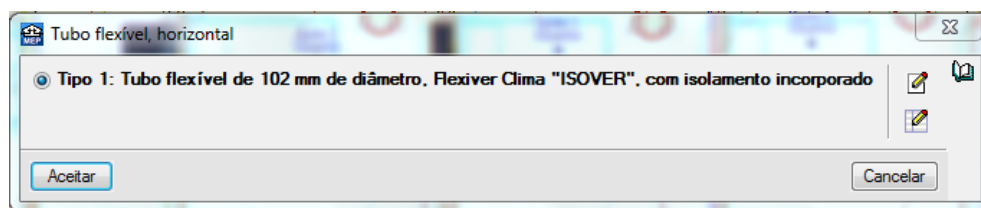


Figura 4-27 - Tubo flexível (Software CYPE)

Seguidamente foram colocadas as grelhas de introdução do ar novo e também as de extração.

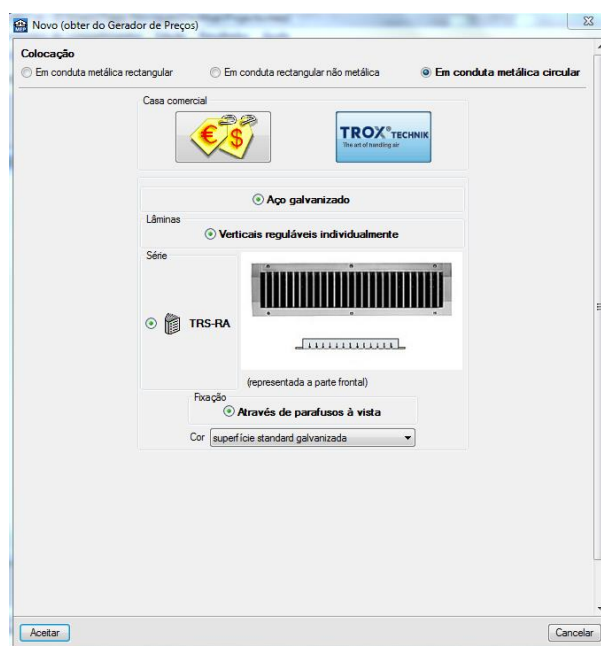


Figura 4-28 – Grelhas (Software CYPE)

Por último foi feito o cálculo da instalação incluindo o respectivo custo que se encontram nos Anexos A5 e A6, conforme será mostrado no subcapítulo 4.4.

Dimensionamento de condutas

No que diz respeito ao dimensionamento das condutas o principal factor a ter em conta foi o espaço disponível no teto falso, pois é por lá que as condutas passam. O método adoptado para o dimensionamento foi o da perda de carga constante. Neste caso fixou-se uma perda de carga e variando assim então as velocidades de escoamento do ar nas condutas. Para troços de insuflação terminais, a velocidade não pode exceder os 2,5 m/s, para troços terminais de extração a velocidade do ar não pode ser superior a 3,0 m/s, neste caso de estudo foram considerados os 2,5 m/s, e para troços principais não pode exceder os 7,0 m/s.

A velocidade de circulação do ar no interior das tubagens surge como um parâmetro a ter em conta no dimensionamento, uma vez que velocidades excessivas transmitem vibrações às condutas que posteriormente podem resultar em ruídos ou em problemas estruturais da própria instalação. Perante tais valores, o programa calculou as dimensões das condutas.

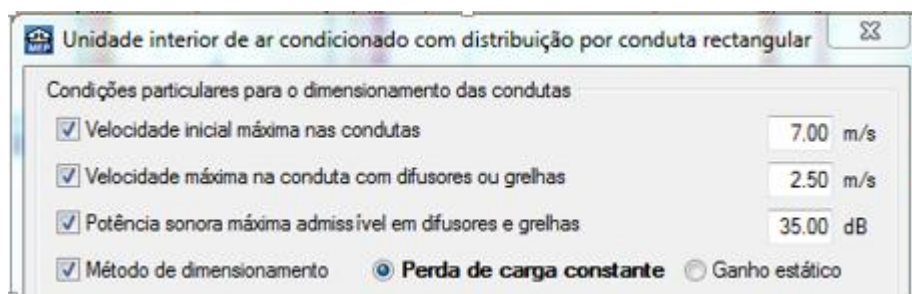


Figura 4-29 - Condições para o dimensionamento das condutas (Software CYPE)

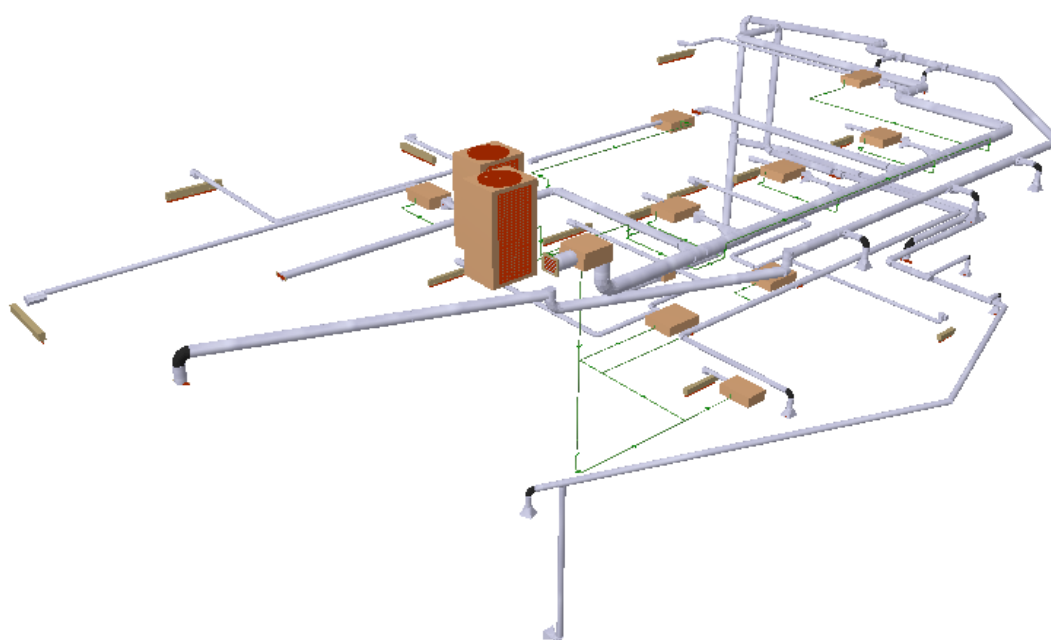


Figura 4-30 – Instalação completa da habitação como se encontra em obra (Software CYPE)

Solar Térmico

Com o objectivo de se obter os requisitos mínimos do sistema solar térmico adequado para a habitação, apesar de este sistema não ter sido instalados pela empresa, e como serão necessários alguns dados sobre as Fontes de Energia Renováveis (FER) para posteriormente ser possível o cálculo da eficiência energética, achou-se por bem fazer um estudo sobre o sistema solar térmico, utilizando para isso o programa disponível na página da DGEG, designado por SCE.ER.

Ao iniciar a análise no programa, foi seleccionado o “Sistema Solar Térmico: requisitos mínimos (AQS)”, que depois apresenta a janela da Figura 4-31.

DGEG SCE.ER Sistema Solar Térmico : requisitos mínimos outros sistemas

v1.5.3

Sistema instalado em Várzea da Serra (Tarouca)

Necessidades do tipo regulamentar (REH) em 1 zona.

Utilizados 5 coletores de modelo Padrão REH

com área de abertura 0.65 m², formando um painel de 3.2 m² de abertura total, com orientação 0° em azimuth e inclinação 35°.

Armazenamento em 1 depósito de modelo adequado (REH) utilizado em modo água sanitária e numa posição horizontal

Apoio do tipo térmico com rendimento 85% a gás natural com montagem ao depósito e controlo temporizado

Circuito primário em circulação forçada, tubagens de diâmetro nominal 15 mm, comprimento de 3 m no exterior e 14 m até ao depósito, isoladas com poliuretano de espessura 20 mm. Fluido circulante com 25% de anticongelante.

Bombas de potência 30 W proporcionando um caudal de 46 litro/m² por hora.

Circuito de distribuição em tubagens de diâmetro nominal 15 mm, comprimento de 12 m para a zona de consumo e isolamento poliuretano de 12 mm.

Simular

Figura 4-31 - Sistema solar térmico

Em primeiro lugar é necessário definir o local em estudo, neste caso o município de Tarouca, Várzea da Serra e ainda a altitude.

Definição de novos locais

Município: Tarouca Nuts III: Douro

Local: Várzea da Serra

Albedo: 20%

Altitude: 635 m

✗ Altura angular dos obstáculos no horizonte:

azimute

E -90° -80° -70° -60° -50° -40° -30° -20° -10° 0° 10° 20° 30° 40° 50° 60° 70° 80° 90° W

SE S SW W

Figura 4-32 - Paramêtros do local

Seguidamente foi necessário definir a tipologia da habitação em estudo, que neste caso é um T4 e a partir destes dados o *software* dá-nos a indicação do número de ocupantes, consumo diário por ocupante e consumo global diário. Com estes valores é possível, assim, saber o número de painéis solares de modelo padrão a colocar, neste caso 5, como mostra na Figura 4-31.

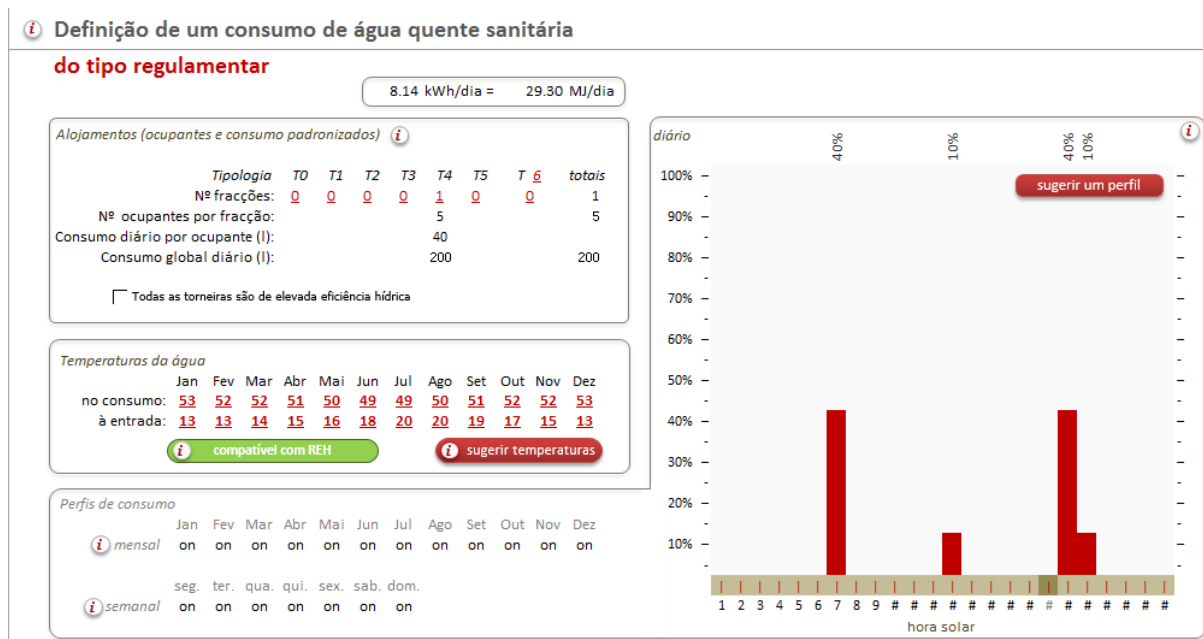


Figura 4-33 - Definição do consumo de AQS

De modo a ser concluída a simulação do sistema solar padrão foi preciso indicar ainda o sistema de apoio, que neste caso é térmico com um rendimento de 85% sendo essa fonte gás propano e ainda indicar o perfil de consumos e o comprimento de ida e retorno da tubagem quer no interior quer no exterior da habitação. Depois é necessário executar o separador ST1, com os equipamentos reais da instalação. Foram considerados 2 painéis solares Junkers FKC-2S e 1 depósito de modelo Termobrasa (VC2S) de 200L, este último criado no *software* (Figura 4-34). O relatório deste estudo, o qual podemos ver em resumo na Figura 4-35 e em mais detalhe no Anexo A7.

Definição de novo modelo de depósito de água quente

Modelo: Termobrasa (VC2S)

Volume útil: 200 litros

Altura exterior: 1320 mm

Diâmetro exterior: 590 mm

Paredes: INOX

Perdas térmicas: 3.27 W/°C ≈ 2.7 kWh/dia ≈ 114 W/dia

Temperatura máxima: 95 °C

Figura 4-34 - Criação do depósito

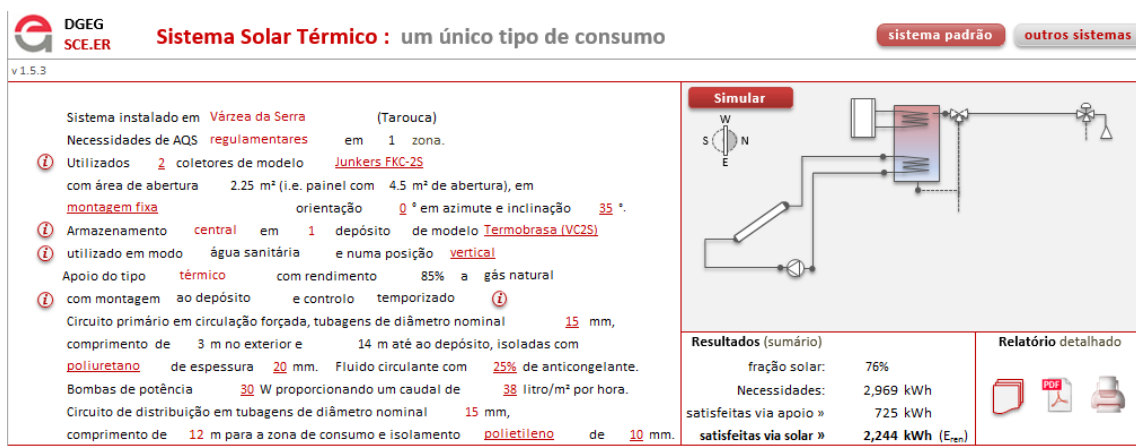


Figura 4-35 - Sistema solar térmico

Classificação Energética

Para a obtenção do desempenho energético da habitação, no programa CYPE foi utilizado o separador “Novo Cypeterm”. Neste módulo tiveram que ser corrigidos alguns erros que vinham da modelação do MEP, bem como a modificação de materiais anteriormente escolhidos com vista ao cumprimento dos regulamentos, como por exemplo o valor dos coeficientes, U. De forma a prosseguir foram definidas as frações autónomas que são um processo fundamental para a obtenção e análise dos resultados. Para a sua caracterização é essencial criar previamente os compartimentos, para que seja possível associar esses espaços à fração autónoma que lhes corresponde. Esta fase de inserção de dados é extremamente importante no âmbito deste projecto, pois é neste momento que se definem os diferentes sistemas que caracterizam um edifício. Por outras palavras, o contributo da “eficiência dos sistemas” para o desempenho energético vai depender da informação que o utilizador colocar nesta etapa do programa. Foi colocada como referência “Habitação unifamiliar”.

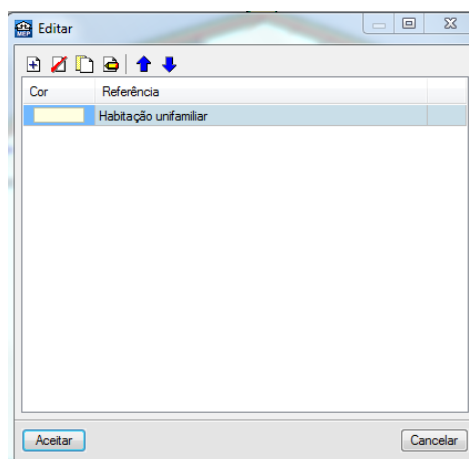


Figura 4-36 - Fração autónoma (Software CYPE)

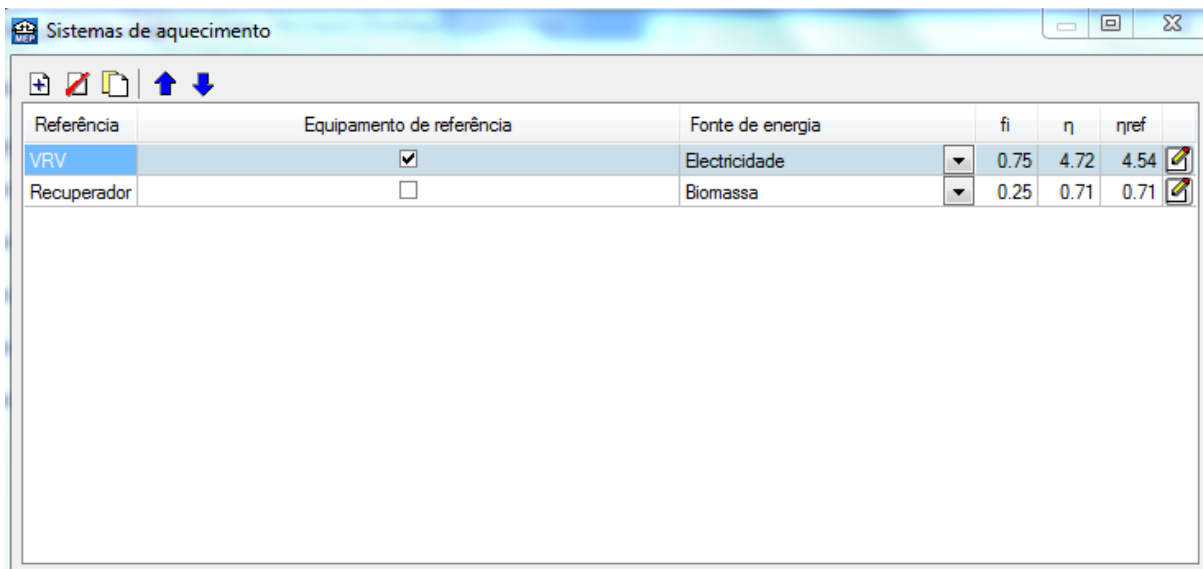
Para definir a fração autónoma encontram-se três separadores, “Dados obra”, “Dados de sistemas” e “Dados de peritagem”. No primeiro separador podem ser feitas modificações às características do projecto.

Figura 4-37 - Dados obra (Software CYPE)

O segundo separador é o mais importante para definir os sistemas de aquecimento e arrefecimento, ventilação, AQS e os sistemas de fonte de energia renovável.

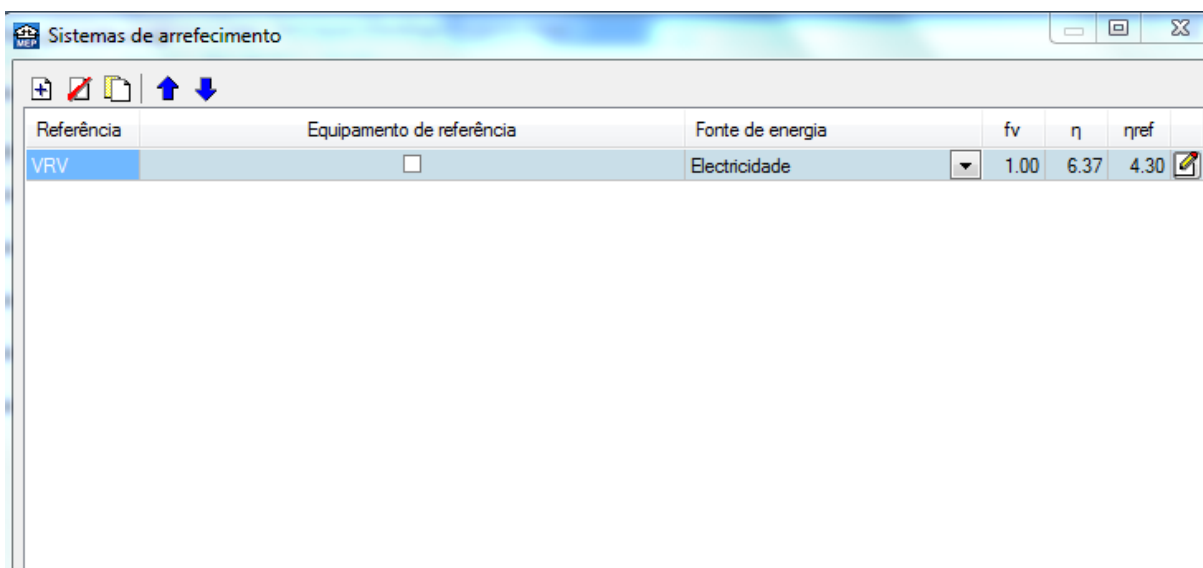
Figura 4-38 - Dados de sistemas (Software CYPE)

Nos sistemas de aquecimento e arrefecimento foi considerado o sistema VRV descrito anteriormente e ainda um recuperador de calor a água de 20 kW, com um rendimento de 71% no caso do aquecimento.



Referência	Equipamento de referência	Fonte de energia	fi	η	ηref
VRV	<input checked="" type="checkbox"/>	Electricidade	0.75	4.72	4.54
Recuperador	<input type="checkbox"/>	Biomassa	0.25	0.71	0.71

Figura 4-39 - Sistemas de aquecimento (Software CYPE)



Referência	Equipamento de referência	Fonte de energia	fv	η	ηref
VRV	<input type="checkbox"/>	Electricidade	1.00	6.37	4.30
Recuperador	<input type="checkbox"/>	Biomassa	0.25	0.71	0.71

Figura 4-40 - Sistemas de arrefecimento (Software CYPE)

Na parte da ventilação o sistema com o recuperador de calor estático ar-ar de fluxo cruzados.

Sistemas de ventilação

☒ Ventilação mecânica

Caudal de ar médio diário insuflado: 650.0 m³/h

☐ Rendimento do sistema de recuperação de calor

Energia elétrica necessária ao funcionamento dos ventiladores (Wmv): 1723.0 kWh/ano

Rugosidade do vento: ☒ I ☐ II ☐ III

Funcionamento dos ventiladores: ☒ em contínuo ☐ em descontínuo

Divisões onde se encontram os ventiladores: [Empty text area]

Potência dos ventiladores: 1.18 kW

Justificação da potência dos ventiladores: [Empty text area]

Classe de exposição: [Dropdown menu]

Rphi: 0.400 h⁻¹

Rphv: 0.600 h⁻¹

[Aceitar] [Cancelar]

Figura 4-41 - Sistemas de ventilação (Software CYPE)

No sistema de AQS recorre-se a um esquentador.

Sistemas de AQS

Eficiência hídrica de chuveiros ou sistemas de duche: Rótulo A ou superior

☒ Isolamento aplicado na tubagem de distribuição do sistema de AQS que garante uma resistência térmica de, pelo menos, 0.25 m²·°C/W

[+], [X], [Save], [Up], [Down]

Referência	Equipamento de referência	Fonte de energia	fa	η	ηref	
Esquentador	[Empty box]	Gás natural	1.00	0.85	0.85	[Edit icon]

[Empty text area]

Figura 4-42 - Sistemas de AQS (Software CYPE)

Nos sistemas de energia renovável foi considerado o sistema solar térmico, abordado anteriormente.

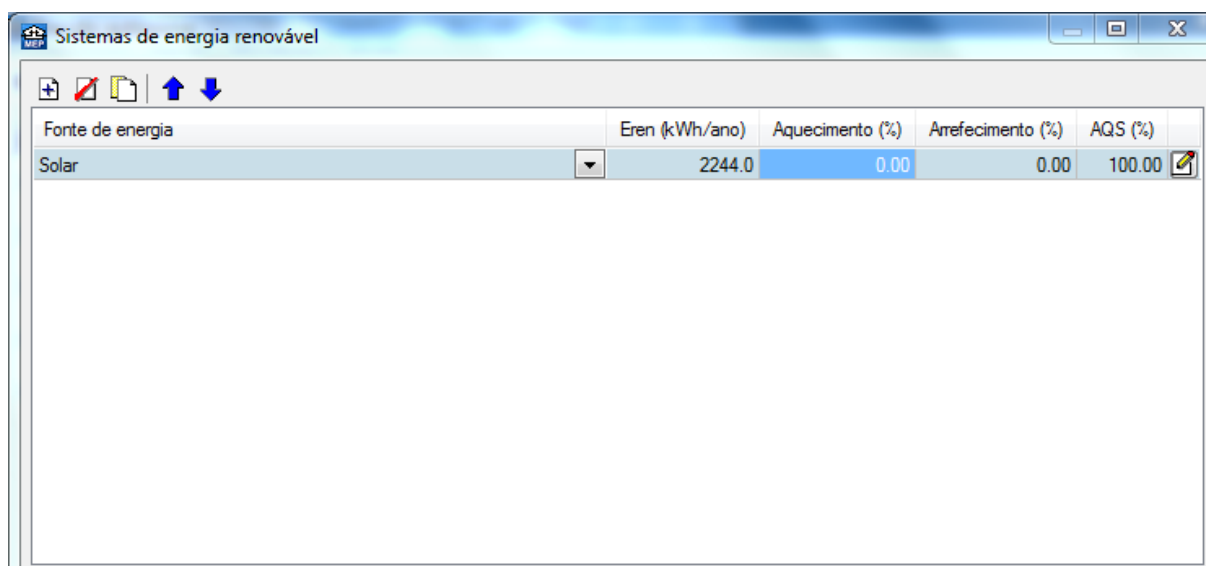


Figura 4-43 - Sistemas de energia renovável (Software CYPE)

Por fim, no último separador podem-se alterar dados relacionados com a peritagem, os quais não foram modificados.

No fim de se efectuarem estes passos podemos então chegar ao nosso objectivo inicial, a determinação da eficiência do edifício. A execução final do programa permitiu determinar a classe energética do edifício que se encontra na Figura 4-44, isto para a simulação da instalação que se encontra em obra, pois nas outras duas hipóteses a classificação energética passa de B- para B, devido ao efeito do recuperador estático ar-ar.

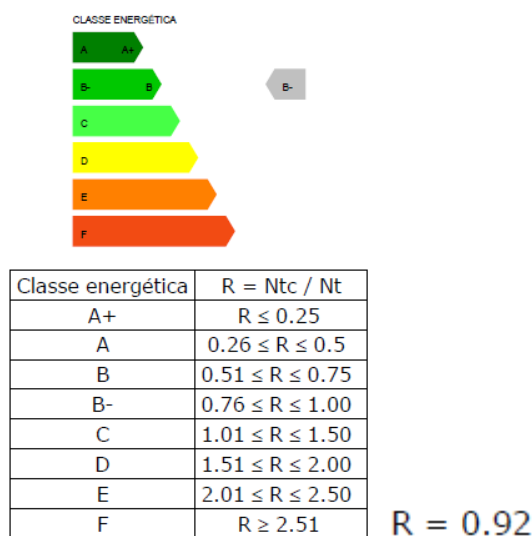


Figura 4-44 - Classe energética da habitação B- (Software CYPE)

4.4. Custo do Sistema de AVAC

Pelo facto de não ter participado na fase negocial, o valor total para a realização desta obra não me foi referenciado. Porém, aproveitando as capacidades do *software* é possível obter-se um valor para esta instalação considerada no projecto.

ORÇAMENTO DE CONCURSO	
Nº CAPÍTULO	IMPORTÂNCIA (€)
1 INSTALAÇÕES	58.625,28
2 ISOLAMENTOS E IMPERMEABILIZAÇÕES	398,18
Orçamento de execução material	59.023,46
IVA: 23.00 %	13.575,40
Orçamento de concurso	72.598,86

Importa o Orçamento de concurso a quantidade de SETENTA E DOIS MIL QUINHENTOS E NOVENTA E OITO EUROS E OITENTA E SEIS CÊNTIMOS

Figura 4-45 - Orçamento do sistema AVAC (Software CYPE)

Cálculo do Período de Retorno de Investimento (Payback):

Com as várias hipóteses de instalação no programa concluídas é altura de efectuar o estudo de viabilidade económica, daí a necessidade de calcular o *payback*. Para isso temos de saber o custo dos diferentes equipamentos e da sua instalação, os seus consumos e também a poupança que podemos retirar na sua utilização, sendo que para isso e como foi notório ao longo do relatório a instalação de referência continuará a ser aquela que foi elaborada em obra.

Começando por saber o custo dos equipamentos, procedeu-se à consulta dos relatórios “Medições e Orçamentos” do programa e observam-se os valores na Tabela 4-3.

Tabela 4-3 – Custo dos equipamentos

	Ventiladores	Recuperador	Recuperadores
Custo [€]	1,284.54 €	2,702.04 €	4,170.46 €

Num segundo passo, foram consultados os relatórios relativos ao “Desempenho energético”, para se obterem os valores dos requisitos energéticos de cada hipótese de instalação. Com esses valores foi calculada a diferença de energia entre as várias opções de instalação para que por fim fosse possível obter-se a poupança anual através da fórmula seguinte.

$$Poupança = \frac{Q}{COP} \times tarifa_{EDP} \text{ [€/ano]} \quad (2)$$

Neste caso, considerou-se que se tratava de tarifa simples de energia no valor 0,1659 €/kWh. Um COP de 4,54 como se encontra nos catálogos e uma área útil da habitação de 340,50 m².

De forma a atingir o nosso objectivo, o próximo passo passou pelo cálculo da energia consumida por cada equipamento durante o período de um ano. Para realizar este cálculo foi considerado que os equipamentos trabalham uma média de 4 horas por dia e um ano comum.

$$\text{Custo de Operação [€/ano]} = \text{Potência}_{\text{equip.}} \times \frac{\text{n}^{\circ} \text{ horas de func.}}{\text{dia}} \times \text{n}^{\circ} \text{ de dias do ano} \times \text{tarifa}_{\text{EDP}} \quad (3)$$

Efectuados todos os cálculos acima indicados, chega a altura de calcular o *payback* ou período de retorno de investimento, que se encontra detalhado no anexo A9. Concluimos que se na instalação tivesse sido colocado o recuperador estático ar-ar em vez dos ventiladores, a partir do quinto ano é que iríamos ter o retorno do investimento feito nesse equipamento. Em relação à colocação dos dois recuperadores o *payback* é de dez anos, o que não seria uma opção a considerar. Mas como nesta terceira opção também foi feita a substituição das unidades interiores, foi considerado por bem efectuar-se um cálculo do *payback* relativamente a toda a instalação. Neste caso, o valor do *payback* ronda os vinte e sete anos.

5. CONCLUSÕES

Com o término do estágio curricular que teve a duração de oito meses, conclui-se que os objectivos definidos inicialmente foram alcançados com sucesso, no que diz respeito à aquisição de conhecimentos e através da experiência adquirida na realização das atividades. Neste estágio foram também colocados em prática os conhecimentos teóricos adquiridos no Mestrado em Engenharia Mecânica, na área de especialização em Projecto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos. Ao que acresce o facto de ter sido possível a integração no seio de uma empresa na área de energias renováveis.

Na primeira fase do estágio, a integração em equipas técnicas proporcionou o aumento de conhecimento de todos os materiais e ferramentas utilizadas, bem como a experiência no modo de instalação dos inúmeros sistemas. O acompanhamento da instalação, manutenção e arranque de sistemas em obra proporcionou experiências enriquecedoras, levando a colocar em prática os conhecimentos teóricos, encarando ainda as dificuldades que se encontram na prática e não são formalizadas na teoria. Esta vivência em contexto prático foi, sem dúvida, muito vantajosa pois permitiu comprovar também a importância da manutenção das instalações técnicas e o impacto que estas têm na eficiência e durabilidade dos equipamentos de um edifício e na qualidade de resposta. Esta fase permitiu a integração e a criação de relações de amizade com os outros funcionários da empresa e ainda conhecer a forma de lidar com os mesmos.

Na segunda fase do estágio, foram empreendidos todos os procedimentos estabelecidos na empresa, desde o contacto inicial com o cliente, passando por uma gestão correcta de obra, até ao término da instalação, como foi descrito no sub-capítulo 3.4. Realçando o facto de a empresa ser apenas instaladora, ou seja, implementa projectos realizados por gabinetes das empresas fornecedoras, foi possível compreender como se efectua o dimensionamento dos vários tipos de sistemas existentes de forma rápida e objectiva de forma a dar uma proposta quase imediata ao cliente.

Outras das vertentes mais importantes do estágio foi a utilização de vários programas e ferramentas de cálculo. Começando pelo *software* Xpress da Daikin, no qual foi realizado o dimensionamento da tubagem de cobre para o fluido frigorigéneo da instalação VRV. O programa CYPE que possui múltiplas ferramentas de apoio a projectos de climatização e produção de AQS, e foi utilizado para fazer o estudo de uma instalação realizada pela empresa, na qual tive oportunidade de participar. Este *software* permitiu efectuar a modelação da habitação, o cálculo das suas cargas térmicas, o cálculo da instalação VRV e ainda a eficiência energética do edifício de acordo com os regulamentos em vigor.

Apenas salientar algumas falhas que foram encontradas em algumas versões utilizadas do programa, como por exemplo, na parte da construção não existe a possibilidade da introdução de envidraçados como proteção nos terraços e varandas e um aspecto na execução da instalação, onde o ventilador de insuflação de ar novo, não pode ser colocado em série com as unidades interiores de conduta, mas que com as actualizações foi possível colocar.

Em suma, a realização deste estágio proporcionou a aplicação e aquisição de conhecimentos em diversas áreas, nomeadamente em obra, na orçamentação, na organização, na gestão, entre outros, o que levou ao meu crescimento como profissional vendo as responsabilidades desta mesma profissão.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa, M. (2015). Climatização da Igreja e Torre dos Clérigos – Acompanhamento e Direcção de Obra. Tese Mestrado, Departamento de Engenharia Mecânica, ISEC.
- Carvalho, A. (s.d.). Apontamentos da Unidade Curricular de Energias Alternativas. Coimbra: ISEC.
- Coimbra, R. (2015). Análise das Condições de Utilização de Permutadores de Calor de modo a serem economicamente rentáveis. Tese Mestrado, Departamento de Engenharia Mecânica, ISEL.
- DAIKIN (2017). <http://www.daikin.pt>. Daikin (página internet oficial), Portugal
- DGEG (2017). <http://www.dgeg.pt> Direcção Geral de Energia e Geologia (página internet oficial), Portugal
- ENAT (2017). <http://www.enat.pt>. ENAT- Energias Naturais (página internet oficial), Portugal
- Energie (2017). Manual Técnico ECO, Póvoa de Varzim
- EN 15377-1:2008 Heating Systems in Buildings. European Committee for Standardization
- Fonseca, I. (2014). Instalações de AVAC. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Mecânica, ISEC
- France-Air (2017). <http://www.guia.france-air.pt/> France Air (página internet oficial), Portugal
- Grade, A. (2017). Apontamentos da Unidade Curricular de Equipamentos Térmicos. Coimbra: ISEC.
- Malça, J. (s.d.). Apontamentos da Unidade Curricular Climatização e Refrigeração. Coimbra: ISEC.
- Malça, J. (s.d.). Apontamentos da Unidade Curricular de Instalações de AVAC. Coimbra: ISEC.
- Monteiro, V. (2015). *Refrigeração I*. Lisboa: ETEP
- Nery, L. (2013). Projecto, planeamento e acompanhamento de obra em AVAC. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Mecânica, ISEC.
- Roriz, L. (2007). “*Climatização – Concepção, Instalação e Condução de Sistemas*”, 2ª edição. Amadora: Orion.
- Software CYPE (2017). *Software* para Engenharia e Construção. Versão 2017, TOP Informática
- Software* Xpress (2017). Daikin
- Uponor (2013). Manual Técnico de Climatización Invisible. Madrid
- Ventilnorte (2017). <http://www.ventilnorte.com/> Ventilnorte (página internet oficial), Porto.

Webarcondicionado (2017). <http://www.webarcondicionado.com.br/>
Webarcondicionado (página internet oficial), Brasil.

ANEXOS

- A1 – Equipamentos da Instalação Multi-Split**
- A2 – Equipamentos da Instalação VRV**
- A3 – Dimensionamento da Tubagem de Cobre**
- A4 – Cálculo das Cargas Térmicas**
- A5 – Cálculo da Instalação VRV**
- A6 – Custo da Instalação**
- A7 – Relatório SCE.ER**
- A8 – Eficiência Energética do Edifício**
- A9 – Cálculo Payback**

A1 – Equipamentos da Instalação Multi-Split

A2 – Equipamentos da Instalação VRV

A3 – Dimensionamento da Tubagem de Cobre

A4 – Cálculo das Cargas Térmicas

A5 – Cálculo da Instalação VRV

A6 – Custo da Instalação

A7 – Relatório SCE.ER

A8 – Eficiência Energética do Edifício

A9 – Cálculo Payback